



**PROYEK AKHIR TERAPAN**

**MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL  
CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT  
DI KABUPATEN SAMPANG, MADURA**

**RISSANDY DANIAR PRATAMA HARIYANTO**  
3115040619

Dosen Pembimbing 1  
Ir. Chomaedhi, CES., Geo.  
NIP. 19550319 198403 1 001

Dosen Pembimbing 2  
R. Buyung Anugraha A, ST., MT.  
NIP. 19740203 200212 1 002

**PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**APPLIED FINAL PROJECT**

# **DESIGN MODIFICATION OF JETTY FOR 10.000 DWT DRY BULK IN SAMPANG, MADURA**

**RISSANDY DANIAR PRATAMA HARIYANTO**  
**3115040619**

**Counsellor Lecture 1**  
**Ir. Chomaedhi, CES ., Geo.**  
**NIP. 19550319 198403 1 001**

**Counsellor Lecture 2**  
**R. Buyung Anugraha A, ST., MT.**  
**NIP. 19740203 200212 1 002**

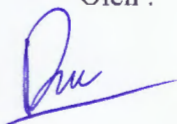
**DEPARTEMENT of DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

### **MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN SAMPANG, MADURA**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan  
Pada  
Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



**RISSANDY DANAR PRATAMA HARIYANTO**  
**NRP. 3115 040 619**

Ditsetujui oleh :

27 JUL 2017

Pembimbing I

Pembimbing II



**Ir. Chomaedhi, CES, GEO**  
**NIP. 19550319 198403 1 001**

**R. Buyung Anugraha A, ST, MT**  
**NIP. 19740203 200212 1 002**

SURABAYA, JULI 2017

# **MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN SAMPANG, MADURA**

**Nama Mahasiswa : RISSANDY DANJAR P.H**  
**NRP : 3115 040 619**  
**Jurusan : D4 Teknik Sipil FTSP –  
ITSBangunan Transportasi**

**Dosen Pembimbing 1 : Ir. Chomaedhi, CES.Geo**  
**NIP : 19550319198403 1 001**

**Dosen Pembimbing 2 : R. Buyung Anugraha A, ST.,  
MT.**  
**NIP : 19740203 200212 1 002**

## **Abstrak**

*Modifikasi desain dermaga General Cargo berada di kabupaten Sampang, Madura. Dermaga General Cargo ini diharapkan dapat menambah wilayah pemberhentian kapal yang juga banyak area pengeboran minyak, selaku pintu gerbang perekonomian di Madura dan Kawasan Timur Indonesia.. Modifikasi perencanaan dermaga ini meninjau dermaga General Cargo yang akan direncanakan di sampang sehingga dapat melayani kapal dengan kapasitas sampai 10.000 DWT.*

*Dalam Proyek akhir terapan ini, terdapat 2 struktur yang di hitung diantaranya pertama strukur trestle sebagai jembatan penghubung dermaga dan daratan, yang kedua*

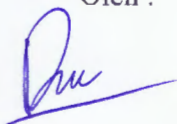


## HALAMAN PENGESAHAN

### **MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN SAMPANG, MADURA**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan  
Pada  
Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :



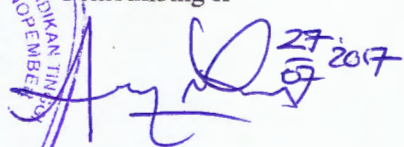
**RISSANDY DANAR PRATAMA HARIYANTO**  
**NRP. 3115 040 619**

Ditsetujui oleh :

27 JUL 2017

Pembimbing I

Pembimbing II



27 JUL 2017

**Ir. Chomaedhi, CES, GEO**  
**NIP. 19550319 198403 1 001**

**R. Buyung Anugraha A, ST, MT**  
**NIP. 19740203 200212 1 002**

SURABAYA, JULI 2017

*dermaga itu sendiri sebagai penggerak segala kegiatan bongkar muat barang barang curah kering atau general cargo. Struktur bawah direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang baja (steel pipe pile) mulai diameter 914mm tebal 19mm di trestle dan 1500mm tebal 22mm pada tiang dermaga. Untuk struktur yang menggunakan beton, dipakai beton mutu  $f'c = 35$  MPa seperti plat dermaga dan mooring dolphin, balok, pilecap dan shear ring menggunakan mutu  $f'c = 40$  MPa*

*Dari hasil modifikasi desain dermaga General Cargo diperoleh dimensi dermaga sepanjang 160m dan lebar 32m ditambah panjang Trestle 588 m. Dimensi pelat tinggi 35 cm dan 50 cm, untuk balok diantaranya memanjang dan melintang 1000x1300mm, balok tepi 300x500mm, balok anak 400 x 600mm kemudian ada balok listplank 500 x 3000 dimensi pilecap dengan satu pancang 2500mm x 2500 x 2100 agar memenuhi persyaratan geser pons. Dermaga menggunakan alat mobile crane untuk bongkar muat dan menggunakan truk trailer dengan kapasitas 45T*

***Kata kunci :Dermaga, General Cargo , 10.000 DWT , Trestle***

# **DESIGN MODIFICATION OF GENERAL CARGO JETTY WITH SHIP CAPACITY OF 10,000 DWT IN SAMPANG DISTRICT, MADURA**

**Name** : RISSANDY DANIR P.H  
**NRP** : 3115 040 619  
**Major** : D4 Civil Engineering FTSP – ITS  
Transportation Construction

**Supervisor 1** : Ir. Chomaedhi, CES.Geo  
**NIP** : 19550319198403 1 001

**Supervisor 2** : R. Buyung Anugraha A, ST., MT.  
**NIP** : 19740203 200212 1 002

## **Abstract**

*Design modifications of General Cargo jetty is located in Sampang district, Madura. This General Cargo jetty is expected to increase the stopping point of the ship which is contain a lot of oil drilling area, as the gate of economy in Madura and Eastern Indonesia. Design modification of this jetty is to observe the General Cargo which will be planned on sampang so that it can accomodate the ship with a capacity of up to 10,000 DWT.*

*In this final project, there are two structures that are counted, the first is trestle structure as a bridge connecting the dock and the mainland, the second is jetty*

*itself as the driving force of all loading and unloading activities of dry bulk goods. The bottom structure is planned to use steel pipe pile starting from 914mm diameter 14mm thickness in trestle up to 1016mm thickness 16mm and 19mm at dock pole. For concrete structures, used concrete quality  $f'_c = 35$  MPa for dock plate and mooring Dolphin, beam, pilecap and shear ring using  $f'_c = 40$  MPa*

*From the results of design modification obtained dock dimension along the 160m and width of 32m plus length of Trestle 588 m. height of plate 35 cm and 50 cm, for horizontal and vertical beam is 1000x1300mm, 300x500mm side beams, 400 x 600mm secondary beams and a listplank block 500 x 3000, dimensions of pilecap with single pile is 2500mm x 2500 x 2100. To meet the requirements of pons shear. The dock uses a mobile crane tool for loading and unloading and uses a trailer truck with 45T capacity.*

***Keywords: Jetty, General Cargo, 10,000 DWT, Trestle***

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah – Nya, yang telah memberikan nikmat kesehatan sehingga dapat menyusun Proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

### **MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN SAMPANG, MADURA**

Terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu terselesaikannya Proposal Tugas Akhir ini :

1. Allah SWT, atas semua Rahmat – Nya.
2. Nabi Muhammad SAW, atas semua pelajarannya.
3. Orang tua serta keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung secara moril dan materiil.
4. Bapak R. Buyung Anugraha A. ST. MT., dan IR. Chomaedhi, CES.Geo selaku dosen pembimbing Tugas Akhir kami, atas bimbingannya, saran, serta waktu yang telah diberikan sehingga Proposal Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak R. Buyung Anugraha A. ST. MT., selaku pemberi Objek Tugas Akhir.

6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu – persatu yang turut membantu dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini.

Masih banyak kekurangan dalam Proposal Tugas Akhir ini, hal tersebut terjadi karena keterbatasan kemampuan dan kendala yang dihadapi. Semoga Proposal Akhir ini dapat bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi penyusun maupun pembaca.

Surabaya, 19 Juli 2017

# Daftar Isi

ABSTRAK .....	V
ABSTRACT .....	VII
KATA PENGANTAR .....	IX
DAFTAR GAMBAR .....	XIII
DAFTAR TABEL .....	XV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1        UMUM .....	1
1.2        LATAR BELAKANG .....	2
1.3        PERUMUSAN MASALAH .....	3
1.4        BATASAN MASALAH .....	3
1.5        TUJUAN .....	3
1.6        MANFAAT .....	3
1.7        LOKASI DERMAGA.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1.        PENETAPAN DIMENSI .....	6
2.1.1 <i>Dimensi Dermaga</i> .....	6
2.1.2 <i>Elevasi Apron</i> .....	6
2.1.3 <i>Dimensi Plat</i> .....	7
2.1.4 <i>Dimensi Balok Rencana</i> .....	8
2.1.5 <i>Dimensi Tiang Pancang Rencana</i> .....	9
2.1.6 <i>Dimensi Poer</i> .....	12
2.2        PEMBEBANAN .....	13
2.2.1 <i>Beban Vertikal</i> .....	13
2.2.2 <i>Beban Horisontal</i> .....	15
2.2.3 <i>Kombinasi Pembebanan</i> .....	27
2.3        ANALISA STRUKTUR DAN PENULANGAN .....	28

2.3.1	<i>Penulangan Pada Plat</i> .....	28
2.3.2	<i>Kontrol Stabilitas Lendutan Plat</i> .....	29
2.3.3	<i>Penulangan Pada Balok</i> .....	30
2.3.4	<i>Kontrol Stabilitas Balok</i> .....	33
2.3.5	<i>Penulangan Poer</i> .....	34
2.3.6	<i>Analisa Daya Dukung Pondasi</i> .....	35
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....		<b>39</b>
3.1.	PENGUMPULAN DATA .....	39
3.2	SPESIFIKASI KAPAL .....	39
3.3	SPESIFIKASI DERMAGA .....	39
3.4	ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR .....	40
3.5	PENULISAN LAPORAN .....	42
3.6	PENGAMBARAN STRUKTUR .....	42
3.7.	BAGAN METODOLOGI .....	43
<b>BAB IV KRITERIA DESAIN</b> .....		<b>45</b>
4.1.	PERATURAN YANG DIGUNAKAN .....	45
<b>BAB V ANALISA STRUKTUR</b> .....		<b>89</b>
5.1.	ANALISA STRUKTUR .....	89
5.3.	PERENCANAAN BALOK .....	100
5.4.	PERENCANAAN BALOK FENDER .....	112
5.5.	PERENCANAAN POER .....	117
5.6.	PERHITUNGAN DAYA DUKUNG STRUKTUR BAWAH ..	125
5.7	PERENCANAAN ABUTMEN .....	132
5.7.1	<i>Desain Dimensi Abutmen</i> .....	132
5.7.1.1	<i>Analisis Pembebanan Pada Pondasi</i>	
Abutmen		133
5.7.1.2	<i>Perhitungan Axial Pada Tiang Pancang</i> .....	148
5.7.1.3	<i>Perhitungan Daya Dukung Tanah</i> .....	152
5.7.1.4	<i>Kontrol Terhadap Gaya Axial Vertikal</i> .....	158
5.7.1.5	<i>Kontrol Terhadap Gaya Axial Horizontal</i> ...	159



<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>163</b>
6.1.    KESIMPULAN.....	163
6.2.    SARAN .....	165
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>167</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Peta Wilayah Kabupaten Sampang .....	4
Gambar 1.2 Sketsa definisi kedalaman minimum tiang pancang .....	11
Gambar 2. 1 Sketsa definisi kedalaman minimum tiang pancang ...	11
Gambar 2. 2 Jarak penyebaran beban akibat roda kendaraan .....	14
Gambar 2. 3 Liebherr harbor mobile crane Type LHM 320.....	15
Gambar 2. 4 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	22
Gambar 2. 5 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	23
Gambar 2. 6 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	24
Gambar 2. 7 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	24
Gambar 2. 8 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	25
Gambar 2. 9 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan .	25
Gambar 2. 10 peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan	26
Gambar 3. 1 Bagas Metodologi Perencanaan .....	44
Gambar 4. 1 Layout Dermaga dan Trestle.....	50
Gambar 4. 2 Posisi Dermaga terhadap Kapal .....	52
Gambar 4. 3 Tampak Depan Dermaga .....	53
Gambar 4. 4 Tampak Samping Dermaga .....	54
Gambar 4. 5 Tampak Samping Trestle .....	54
Gambar 4. 6 Sketsa kedalaman minimum tiang pancang .....	59
Gambar 4. 7 Konfigurasi roda dan pad pada LHM Crane serta Arah Boom Kondisi I .....	65
Gambar 4. 8 Konfigurasi roda dan pad pada LHM Crane serta Arah Boom Kondisi II .....	66

Gambar 4. 9 Konfigurasi roda dan pad serta Arah Boom Kondisi III .....	66
Gambar 4. 10 Tampak Depan Dyna Arch Fender .....	71
Gambar 4. 11 Posisi Kapal saat LWS .....	73
Gambar 4. 12 Posisi Kapal saat HWS .....	74
Gambar 4. 13 Pemasangan Fender Arah horizontal .....	74
Gambar 4. 14 Gaya yang Bekerja pada Boulder.....	75
Gambar 4. 15 Gambar Bollard.....	80
Gambar 4. 16 Data Bollard .....	82
Gambar 4. 17 Grafik Respons Spektrum .....	88
Gambar 5. 1 Model Struktur Dermaga .....	89
Gambar 5. 2 Model Struktur Trestle .....	90
Gambar 5. 3 Type Plat Dermaga .....	91
Gambar 5. 4 tipe Tumpuan Plat Tepi.....	92
Gambar 5. 5 Kontur momen plat akibat beban mati merata M11 ....	93
Gambar 5. 6 Kontur momen plat akibat beban mati merata M22 ....	93
Gambar 5. 7 Kontur momen plat akibat beban truk M11 .....	93
Gambar 5. 8 Kontur momen plat akibat beban truk M22\ .....	94
Gambar 5. 9 Kontur momen plat akibat beban LHM Crane 2 M11	94
Gambar 5. 10 Kontur momen plat akibat beban LHM Crane 2 M22 .....	94
Gambar 5. 11 Kontur momen plat akibat beban hidup merata M11	95
Gambar 5. 12 Kontur momen plat akibat beban hidup merata M22	95
Gambar 5. 13 Detail Balok Fender .....	112
Gambar 5. 14 Gaya pada Penumpu Balok Fender .....	113
Gambar 5. 15 Asumsi Panjang Tekuk Tiang .....	130

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Elevasi Dermaga diatas HWS .....	7
Tabel 2. 2 Ketentuan Penetapan Boulder .....	20
Tabel 2. 3 Penjelasan Peta Gempa.....	23
Tabel 4. 1 Spesifikasi Kapal Rencana .....	45
Tabel 4. 2 Mutu Baja Tulangan .....	47
Tabel 4. 3 Spesifikasi Tiang Pancang.....	47
Tabel 4. 4 perbandingan kelebihan dan kekurangan tiang pancang beton dan pipa baja .....	48
Tabel 4. 5 Data Tiang Pancang Dermaga .....	58
Tabel 4. 6 Data Tiang Pancang Trestle.....	58
Tabel 4. 7 Panjang Penjepitan Tiang Dermaga Ø 1016 mm Tebal 16 mm.....	60
Tabel 4. 8 Panjang Penjepitan Tiang Dermaga Ø 1016 mm Tebal 19 mm.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 9 Panjang Penjepitan Tiang Dermaga Ø 914 mm Tebal 14 mm.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 4. 10 Dimensi Poer .....	62
Tabel 4. 11 Momen Maksimum akibat Boom Crane.....	64
Tabel 4. 12 Data Tanah .....	83
Tabel 4. 13 Respon Spektrum Wilayah Gempa 3.....	87
Tabel 5. 1 Kebutuhan Tulangan Pelat Dermaga .....	100
Tabel 5. 2 Kebutuhan Tulangan Pelat Trestle .....	100
Tabel 5. 3 Dimensi Pilecap Dermaga dn Trestle .....	117
Tabel 5. 4 kebutuhan Tulangan Pilecap Dermaga dan Trestle .....	120
Tabel 5. 5 Kapasitas Tiang Diameter 1016 mm Berdasarkan Data SPT .....	127
Tabel 6. 1 Dimensi PileCap Dermaga dan Trestle .....	163
Tabel 6. 2 Kebutuhan Tulangan Pilecap.....	164
Tabel 6. 3 Pembebanan pada Dermaga.....	164
Tabel 6. 4 Tabel Kebutuhan Tulangan Pelat .....	165

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Umum**

Didefinisikan bahwa pelabuhan adalah tempat terdiri atas daratan dan/ atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang dan/ atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan sebagai tempat perpindahan intra- dan antarmoda transportasi.

Pelabuhan merupakan sebuah fasilitas di ujung samudera, sungai, atau danau untuk menerima kapal dan memindahkan barang kargo maupun penumpang ke dalamnya. Perkembangan pelabuhan akan sangat ditentukan oleh perkembangan aktivitas perdagangannya, semakin ramai aktivitas perdagangan di pelabuhan tersebut maka akan semakin besar pelabuhan tersebut. Perkembangan perdagangan juga mempengaruhi jenis kapal dan lalu lintas kapal yang melewati pelabuhan tersebut. Dengan semakin berkembangnya lalu lintas angkutan laut, teknologi bongkar muat, meningkatnya perdagangan antar pulau dan luar negeri, hal ini menuntut pelabuhan dalam meningkatkan kualitas peran dan fungsinya sebagai terminal point bagi barang dan kapal. Oleh karena itu, setiap negara berusaha membangun dan mengembangkan pelabuhannya sesuai dengan tingkat keramaian dan jenis perdagangan yang ditampung oleh pelabuhan tersebut. Dengan

demikian, perkembangan pelabuhan akan selalu seiring dengan perkembangan ekonomi negara.

## **1.2 Latar Belakang**

Dengan semakin besarnya pertumbuhan ekonomi di wilayah Jawa Timur termasuk pulau Madura, maka semakin besar pula kebutuhan akan pelabuhan – pelabuhan bongkar muat ekspor – impor di daerah Sampang, Sumenep dan sekitar Pulau Madura. Untuk membantu pengembangan wilayah Madura yang banyak pengeboran minyak, pelabuhan ini juga bisa untuk tempat penyimpanan atau pengiriman alat – alat untuk pengeboran.

Dalam tugas akhir ini akan direncanakan pengembangan pelabuhan Curah Basah atau Pelabuhan Minyak akan dikembangkan dermaga barang atau General Cargo. General Cargo yaitu barang yang dikirim dalam bentuk satuan seperti mobil, truk, mesin, serta barang yang dibungkus dalam peti, karung, drum dan lain sebagainya.

Agar dapat terwujudnya kelancaran dan kenyamanan dalam perekonomian maka perencanaan dermaga ,wilayah camplong, Kabupaten Pamekasan Madura dengan menggunakan tipe dermaga jenis General Cargo.

### **1.3 Perumusan Masalah**

Berdasarkan pada latar belakang diatas, maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu, bagaimana cara merencanakan struktur dermaga yang mampu melayani kapal dengan kapasitas 10.000 DWT.

### **1.4 Batasan Masalah**

Mengingat luasnya bidang perencanaan yang akan timbul dalam penyusunan tugas akhir dan keterbatasan waktu maupun disiplin ilmu yang dikuasai, maka perlu dipakai batasan permasalahan yang meliputi :

1. Perhitungan struktur dititik beratkan pada struktur dermaga dan trestle.
2. Perumusan yang digunakan sesuai dengan literatur yang ada sehingga tidak ada penurunan rumus.
3. Design struktur yang dilakukan adalah untuk mengetahui dimensi, analisis struktur dan kontrolnya.
4. Tidak meninjau metode pelaksanaan dan analisa anggaran biaya.
5. Analisa struktur menggunakan program SAP 2000.

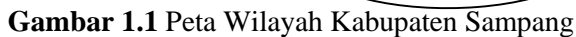
### **1.5 Tujuan**

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah merencanakan struktur dermaga General Cargo dengan kapasitas 10.000 DWT yang aman dan efisien.

### **1.6 Manfaat**

Manfaat yang dapat diperoleh dari proyek akhir perencanaan struktur dermaga General Cargo dengan kapasitas 10.000 DWT Sampang, Madura adalah sebagai berikut:

terletak pada 113<sup>0</sup>35' Bujur Timur dan 07<sup>0</sup>21' Lintang Selatan. Sebelah utara berbatasan dengan wilayah Camplong. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Pamekasan. Gambaran lokasi dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Ada beberapa tahap yang akan dikerjakan dalam perencanaan struktur dermaga ini. Tahap pertama yaitu penetapan dimensi dermaga dan dimensi elemen struktur lainnya. Penetapan dimensi dermaga meliputi penetapan panjang, lebar, dan elevasi dermaga yang mengacu pada *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia 1984*. Ada beberapa hal yang ditinjau dalam penetapan dimensi elemen struktur yaitu elemen plat, balok, poer dan tiang pancang berdasarkan **Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992**.

Tahap kedua adalah perencanaan pembebanan yang meliputi beban vertikal dan beban horizontal. Yang termasuk beban vertikal yaitu beban mati dan beban hidup, sedangkan beban horizontal terdiri dari beban tumbukan kapal, beban tambat kapal, beban gempa, dan beban gelombang. Dalam perencanaan pembebanan ini berdasarkan pada peraturan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia 1984* dan *Technical Standards for Ports and Harbour Facilities in Japan, 1980*.

Tahap ketiga adalah penulangan elemen struktur plat dan balok. Perencanaan penulangan berdasarkan pada **PBI 1971** dan **SNI T-12-2004**.

Tahap keempat adalah perhitungan daya dukung pondasi. Dalam perhitungan daya dukung pondasi, pembebanan diperoleh dari permodelan struktur dan

perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil penyelidikan tanah.

## **2.1. Penetapan Dimensi**

Perencanaan dimensi demaga ini meliputi, dimensi dermaga, elevasi apron, plat, balok memanjang, tiang pancang dan pile cap (poer).

### **2.1.1 Dimensi Dermaga**

Panjang dermaga ditentukan berdasarkan ukuran serta jumlah kapal yang bertambat. Secara prinsip menurut *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984*, pasal VII.1.1. halaman 29, panjang dermaga rencana adalah  $Loa + 10 \text{ m}$  atau  $Loa + 10 \% \text{ Loa}$ .

Sedangkan untuk lebar apron dermaga secara umum ditentukan dengan mempertimbangkan kegunaan dari dermaga tersebut, ditinjau dari jenis dan volume barang yang ditangani serta sistem penanganannya. Lebar apron dermaga juga disesuaikan dengan kebutuhan manuver truk.

### **2.1.2 Elevasi Apron**

Penetapan kedalaman air rencana pada perencanaan dermaga ini didasarkan pada *Standard design Criteria for Ports ini Indonesia, 1984*, pasal 6.2.5 halaman 27, yaitu  $(1,05 - 1,15) \times \text{sarat maksimum}$ .

Pengertian apron pada dermaga adalah bagian (area) muka dermaga sampai ke depan gudang tempat terdapat pengalihan kegiatan angkutan laut (kapal) ke kegiatan angkutan darat. Dalam perencanaan ini penentuan elevasi lantai dermaga (apron) ditentukan oleh keadaan pasang surut dan jenis kapal rencana. Berdasarkan *Standard Design*

**Criteria for Ports in Indonesia, 1984, pasal VII.1.3.halaman 29**, ditentukan besarnya elevasi lantai dermaga diatas HWS berdasarkan besarnya pasang surut air laut dan kedalaman air rencana sebagai berikut :

**Tabel 2. 1** Elevasi Dermaga diatas HWS

	Pasang Surut terbesar 3m atau lebih	Pasang surut kurang dari 3 m
Dermaga untuk kapal – kapal yang memerlukan kedalaman air $\geq 4,5$ m	0,5 – 1,5 m	1,0 – 3,0 m
Dermaga untuk kapal – kapal yang memerlukan kedalaman air $< 4,5$ m	0,3 – 1,0 m	0,5 – 1,5 m

Berdasarkan ketentuan tabel 2.1., penentuan elevasi apron dengan kedalaman air rencana 4,5 m atau lebih besar, pasang surut kurang dari 3 m adalah 0,5 – 1,5 m diatas HWS.

### 2.1.3 Dimensi Plat

Pada perencanaan dermaga, lantai dermaga berfungsi sebagai penerima beban mati dan beban hidup yang bekerja langsung di atasnya. Beban yang diterima beserta berat

sendiri diteruskan ke balok melintang dan memanjang. Pada lantai dermaga terdapat boulder untuk menambatkan kapal.

Pelat lantai pada dermaga berdasarkan **Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 Tabel 5.2 hal 5-4**, harus mempunyai tebal minimum (D) yang memenuhi kedua ketentuan berikut:

$$D \geq 200 \text{ mm} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$D \geq 100 + 0,04L \text{ mm} \dots\dots\dots (2-2)$$

Dengan :

D = tebal plat lantai (mm)

L = bentang dari plat lantai antara pusat dan tumpuan

### 2.1.4 Dimensi Balok Rencana

Dalam suatu struktur dermaga, terdapat balok yang terletak di bawah plat lantai dermaga yang terdiri dari balok memanjang dan melintang. Perencanaan dimensi balok memanjang dan melintang mengacu pada **Panduan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 Section 5 hal.5-4**, yakni tinggi efektif gelagar (balok melintang dan memanjang) dengan kekakuan memadai direncanakan berdasarkan ketentuan berikut ini :

$$D \geq 165 + 0.06L \dots\dots\dots (2-3)$$

Dengan :

D = tinggi gelagar (balok memanjang dan melintang)

L= panjang gelagar (balok melintang dan memanjang)

### Kontrol Kelangsingan Balok

Berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 pasal 6.5.8.2 hal : 6 - 47** Kontrol kelangsingan minimum balok atau gelagar digunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{L_t}{b_{eff}} \geq 240 \frac{b_{eff}}{D} \dots\dots\dots (2-4)$$

$$\frac{L_t}{b_{eff}} \geq 60 \dots\dots\dots (2-5)$$

Dengan :

$L_t$  = Jarak antar pengekang melintang (mm)

$b_{eff}$  = Lebar balok (mm)

$D$  = Tinggi total balok (mm)

#### 2.1.5 Dimensi Tiang Pancang Rencana

Jenis pondasi pada struktur bangunan bawah dermaga Batubara ini direncanakan menggunakan tiang pancang baja (*steel pipe piles*). Dalam perencanaan dimensi tiang pancang dilakukan trial dan error (coba-coba) dengan menggunakan SAP 2000, dicari kemungkinan model struktur yang mengalami defleksi terkecil, dengan mempertimbangkan :

- a. Model struktur potongan melintang
- b. Susunan tiang pancang
- c. Banyak sedikitnya tiang pancang
- d. Modifikasi dimensi tiang pancang

### Penentuan Panjang Penjepitan Tiang

Pondasi tiang pancang dimodelkan dengan perletakan jepit pada kedalaman dimana diasumsikan tiang pancang berada pada kondisi terjepit penuh.

Perhitungan awal panjang titik jepit dilakukan dengan metode OCDI (2002). Kedalaman titik jepit virtual ini dapat dipertimbangkan berada pada kedalaman  $x$  di bawah muka tanah. Nilai  $x$  sendiri dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$x = \frac{1}{\sqrt[4]{\frac{K_h B}{4EI}}} \dots\dots\dots (2-6)$$

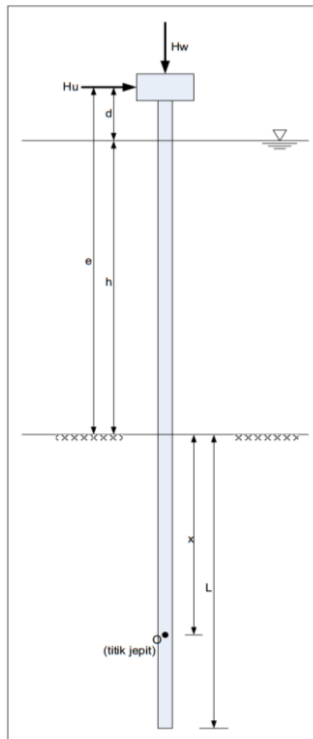
Dengan :

$K_h$  = Subgrade reaction number  
 $= 0.15 \cdot \text{NSPT (kg/cm}^3\text{)}$

$B$  = Diameter tiang (cm)

$E$  = modulus elastic tiang  $= 2.1 \times 10^6 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$   
 (untuk tiang pancang baja)

$I$  = momen inersia tiang (cm<sup>4</sup>)



**Gambar 2. 1** Sketsa definisi kedalaman minimum tiang pancang

Dengan :

- $H_u$  = gaya lateral pada dermaga
- $H_w$  = gaya normal pada dermaga
- $d$  = jarak dari pusat beban lateral ke muka air
- $h$  = kedalaman perairan
- $e$  = jarak dari pusat beban lateral ke dasar perairan
- $O$  = titik jepit tiang pancang
- $x$  = jarak dari muka tanah ke titik jepit tiang

$L$  = panjang tiang terbenam

Dari sketsa definisi tersebut, kedalaman tiang pancang yang dimaksud adalah nilai  $L$  dan  $x$ .  $L$  adalah kedalaman tiang pancang di dalam tanah yang mampu menerima beban-beban yang bekerja pada arah lateral,  $H_u$ , dan arah aksial,  $H_w$ .  $x$  adalah panjang tiang pancang di dalam tanah sampai ke titik jepitnya atau *fixity point*.

Untuk memperhitungkan pengaruh teknik baik selama pemancangan maupun saat memikul beban permanen, diambil persyaratan teknis menurut ***Technical Standards For Port and Harbour Facilities in Japan 1980*** sebagai berikut :

Untuk pile baja:

$$\alpha = 0 \rightarrow \frac{l}{d} \leq 120 \dots\dots\dots (2-7)$$

$$\alpha = \frac{l}{2d} - 60 \rightarrow \frac{l}{d} > 120 \dots\dots\dots (2-8)$$

Dengan :

$l$  = Panjang tiang yang berpengaruh tekuk (mm)

$d$  = Panjang diameter tiang (mm)

$\alpha$  = Faktor reduksi

#### 2.1.6 Dimensi Poer

Poer (pile cap) berfungsi sebagai konstruksi penahan eksentrisitas di lapangan. Penentuan dimensi poer dalam perencanaan didasarkan pada kekuatan poer itu sendiri.



## 2.2 Pembebanan

Pada struktur dermaga, beban – beban yang bekerja meliputi beban vertikal (beban sendiri struktur, beban lantai dan balok, beban truk, beban crane) dan beban horizontal (beban benturan kapal, beban tambatan kapal, gaya gempa, gaya gelombang). Hasil perhitungan beban secara manual akan diinput kedalam program komputer SAP 2000 untuk mengetahui gaya axial, gaya geser (shear force), momen dan torsi.

### 2.2.1 Beban Vertikal

a. **Beban Berat Sendiri Konstruksi (beban merata):**

- Beban sendiri plat lantai kendaraan ( $t = 35 \text{ cm}$ )
- Beban aspal beton ( $t = 5 \text{ cm}$ )

b. **Beban Hidup Merata.**

Beban hidup merata biasanya untuk menampung muatan-muatan dan umumnya diambil 2000 s.d 4000  $\text{kg/m}^2$ . (Soedjono Kramadibrata, 2002 : 233)

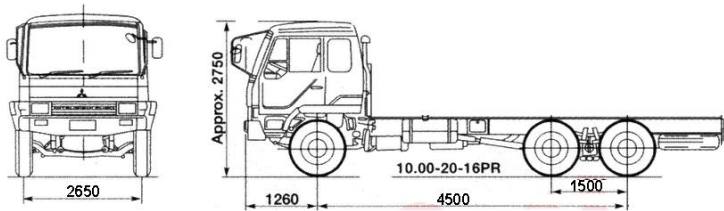
c. **Beban Terpusat**

- **Beban Truk T**

Pembebanan truk T terdiri dari kendaraan truk semitrailer 45T yang mempunyai susunan dan berat as seperti terlihat pada gambar 2.1. Berat dari masing-masing as disebarakan menjadi 2 beban titik sama besar yang merupakan bidang kontak antara roda dengan permukaan lantai. Pembagian berat sumbu roda depan adalah 5ton, dan untuk sumbu roda belakan, per sumbu adalah 20 ton. Untuk lebih

jelasan dapat dilihat pada gambar 2.1.berikut ini :

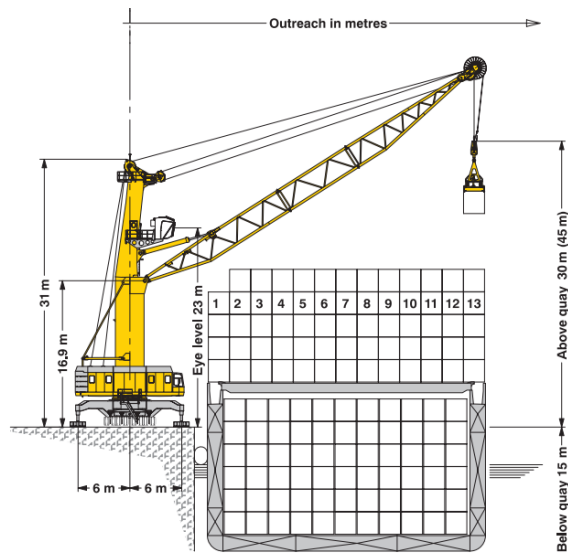
**DIMENSI FN 527 MS**



**Gambar 2. 2** Jarak penyebaran beban akibat roda kendaraan

- **Beban LHM Crane**

Peralatan bongkar muat dermaga batubara direncanakan menggunakan LHM crane 320. Berdasarkan *Technical Standards and Commentaries For Port and Harbour facilities in Japan*, untuk beban akibat alat bongkar muat diambil kondisi maksimal pada saat alat berada diatas dermaga. Dalam kasus ini berat total crane adalah 345 ton. Posisi crane dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 2. 3** Liebherr harbor mobile crane Type LHM 320

## 2.2.2 Beban Horisontal

### 2.2.2.1 Beban Tumbukan Kapal (Berthing Force)

Pada saat merapat ke dermaga kapal masih mempunyai kecepatan sehingga akan terjadi benturan antara kapal dan dermaga. Gaya yang ditimbulkan oleh benturan tersebut disebut gaya sandar (*Berthing Forces*). Dalam perencanaan dianggap bahwa benturan maksimum terjadi apabila kapal bermuatan penuh menghantam dermaga pada sudut  $10^\circ$  terhadap sisi depan dermaga.

Besar energi tumbukan dihitung berdasarkan rumus pada buku **Perencanaan Pelabuhan Bambang Triadmodjo, 2010, Hal 218**. Rumus ini digunakan dengan mempertimbangkan metode merapat kapal serta jenis fender yang akan digunakan.

$$E = \frac{W.V^2}{2g} C_m . C_e . C_s . C_c \dots\dots\dots (2-9)$$

Dengan :

E = Energi tambat kapal (tm)

v = Kecepatan bertambat kapal (m/s)

g = Percepatan gravitasi ( $m/s^2$ ) = 9,8  $m/s^2$

W = Virtual Weight

C<sub>m</sub> = Koefisien massa

C<sub>e</sub> = Koefisien eksentrisitas

C<sub>s</sub> = Koefisien kekerasan

C<sub>c</sub> = Koefisien bentuk

- **Penentuan Tipe dan Dimensi Fender**

Tipe dan dimensi fender harus memenuhi syarat, yaitu

:

$$E \text{ (energy tumbukan) (ton)} \leq n \times E_{\text{fender}} \text{ (ton)}$$

- **Jarak Fender**

Spasi Fender arah horisontal menurut *New Selection of Fender, Sumitomo, pasal 5-1 rumus 9.1* adalah :

$$\text{Jarak Fender} = 2 \sqrt{H_f \left[ \frac{B}{2} + \frac{L^2}{8b} - H_f \right]} \dots\dots\dots (2-10)$$

Dengan :

H<sub>f</sub> = Tebal Fender (m)

B = Lebar Kapal (m)

L = Panjang Kapal (m)

- **Penentuan Elevasi Fender**

a. Elevasi Tepi Atas Fender

$$hi = \frac{Hf(1-\delta_{maks})}{tg\theta} \dots\dots\dots(2-11)$$

Dengan :

hi = Jarak Atas Fender (m)

Hf = Tebal Fender (m)

$\delta_{maks}$  = Defleksi maksimum rencana (%)

b. Elevasi Tepi bawah

Penentuan elevasi tepi bawah fender yaitu :

Elevasi tepi bawah = Elv. Top of fender -  $L_{fender}$

• **Penentuan gaya reaksi Fender (R)**

a. Energi yang diserap fender ( $E_{fender}$ )

$$E_{fender} = \frac{E}{2xLs} \dots\dots\dots(2-12)$$

Dengan :

$E_{fender}$  = Energi yang diserap Fender (KNm)

E = Energi tumbukan (KNm)

Ls = Tinggi bidang sentuh rencana antar kapal dan fender (m)

b. Energi reaksi tiap fender ( $E_{fender}$ )

$$R' = \frac{Rn}{L} x Ls' \dots\dots\dots(2-13)$$

Dengan :

R' = Reaksi Tiap Fender (KN)

$R_n$  = Karakteristik fender rencana (ton/m),  
nilai  $R_n$  ditentukan berdasarkan kurva karakteristik  
fender rencana

$L_s'$  = Tinggi bidang sentuh kapal  
terkoreksi (m)

$L$  = Panjang Fender (m)

### 2.2.2.2 Beban Bertambat Kapal (Mooring Force)

Kapal yang merapat di dermaga akan ditambatkan dengan menggunakan tali ke alat penambat yang disebut *Bollard*. Pengikatan ini dimaksudkan untuk menahan gerakan kapal yang disebabkan oleh angin dan arus. Gaya tarikan kapal pada alat penambat yang disebabkan oleh tiupan angin dan arus pada badan kapal disebut dengan gaya tambat (*Mooring Forces*). *Bollard* diangker pada dermaga dan harus mampu menahan gaya tarikan kapal. Berikut ini metode untuk menghitung gaya tarikan kapal yang ditimbulkan oleh angin dan arus.

- **Gaya Tambat Kapal Akibat Pengaruh Angin**

Secara umum, gaya akibat pengaruh angin dihitung berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984, hal. 11* dengan rumus sebagai berikut:

$$R_w = 0,5 \times \rho \times C \times v^2 \times (A \cos^2 \theta + B \sin^2 \theta)$$

.....(2-14)

Dengan :

$R_w$  = Gaya resultan akibat pengaruh angin  
(Kg)

$\rho$  = berat jenis udara ( $0,123 \text{ kg.s}^2/\text{m}^4$ )

- $C$  = Koefisien Tekanan Angin  
 $A$  = Luas bagian depan kapal diatas permukaan air ( $m^2$ )  
 $B$  = Luas bagian samping kapal diatas permukaan air ( $m^2$ )  
 $\theta$  = Sudut arah angin terhadap sumbu kapal ( $^\circ$ )

- **Gaya Tambat Kapal Akibat Pengaruh Arus**

Secara umum, gaya akibat pengaruh arus dihitung berdasarkan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984, hal. 12* dengan rumus sebagai berikut:

$$R = C_c \times \gamma_c \times A_c \times v^2 / 2g \dots\dots\dots (2-15)$$

Dengan :

- $R$  = Gaya resultan arus (ton)  
 $\gamma_c$  = Berat jenis air laut ( $t/m^3$ )  
 $C_c$  = Koefisien tekanan arus  
 $A_c$  = Luas tampang kapal yang terendam air ( $m^2$ )  
 $v$  = Kecepatan arus (m/s)

- **Menentukan posisi boulder dermaga**

Penentuan posisi boulder berdasarkan ketentuan *Standard Design Criteria for Ports in Indonesia, 1984, tabel 7.5 hal. 33* adalah sebagai berikut :

**Tabel 2. 2** Ketentuan Penetapan Boulder

gross tonnage of ship (Ton)	max. spacing of Bollard (m)	min. number of Installation per Berth
- 2.000	10 - 15	4
2.001 - 5.000	20	6
5.001 - 20.000	25	6
20.001 - 50.000	35	8
50.001 -100.000	45	8

- **Perencanaan Dimensi Boulder**

- Perhitungan gaya-gaya yang diterima boulder untuk menentukan dimensi boulder
- Menentukan diameter angker boulder dengan menggunakan rumus :

$$d = \sqrt{\frac{As}{\pi}} \dots\dots\dots (2-16)$$

Dengan :

d = Diameter angker boulder (mm)

As = Luas Angker Boulder

$\pi = 3,14$

- Menentukan tebal plat dasar dengan menggunakan rumus :

$$tp = \sqrt{\frac{6M}{l_{plat} \times \sigma}} \dots\dots\dots (2-17)$$



Dengan :

$t_p$  = Tebal plat dasar (mm)

$l$  plat = diambil per 1 meter = 1000 mm

$\sigma$  = 2400 kg/cm<sup>2</sup> = 235,2 N/mm<sup>2</sup>

Dengan memperhitungkan korosi selama umur dermaga dengan laju korosi per tahun, maka:

$t_p' = t_p + (\text{umur rencana} \times \text{laju korosi})$

d. Menentukan penjangkaran baut boulder

$$L_{\text{penjangkaran}} = \frac{100 \times d_{\text{angker}}}{\sqrt{f_{c'}}} \dots\dots\dots(2-18)$$

### 2.2.2.3 Beban Gempa

Dalam perencanaan dermaga pengaruh dari gempa diperhitungkan, sehingga dermaga tersebut nantinya mampu menahan beban gempa yang terjadi. Beban gempa diambil sebagai gaya horizontal yang ditentukan berdasarkan perkalian antara koefisien respon elastik ( $C_{sm}$ ) dengan berat struktur ekuivalen yang kemudian dimodifikasi dengan factor modifikasi respon (R) (**RSNI 2833-2013**) dengan formulasi sebagai berikut:

$$EQ = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t \dots\dots\dots(2-19)$$

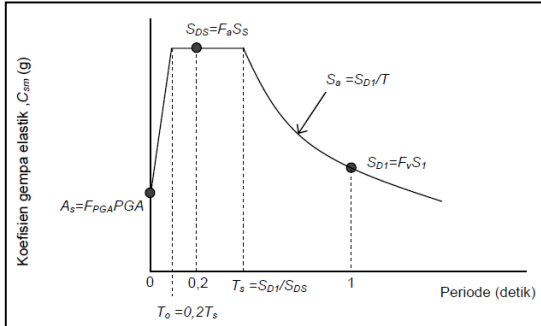
Dengan :

EQ = Gaya gempa horizontal statis (kN)

CSM = Koefisien respon gempa elastik pada moda getar ke-m

R = Faktor modifikasi respon

$W_t$  = Berat total struktur terdiri dari beban mati dan beban hidup (kN)



**Gambar 2. 4** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan

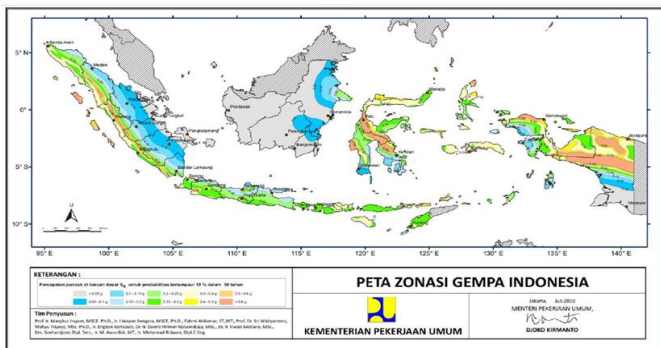
Koefisien respons elastik  $C_{sm}$  diperoleh dari peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan (**Gambar 2.3** hingga **Gambar 2.8**) sesuai dengan daerah gempa dan periode ulang gempa rencana.

Pada perencanaan ini, beban gempa menggunakan fungsi *respons spectrum* yang diinput pada program bantu SAP 2000. Metode gempa ini menggunakan metode gempa dinamis. Grafik respon spektrum dapat dilihat pada gambar berikut:

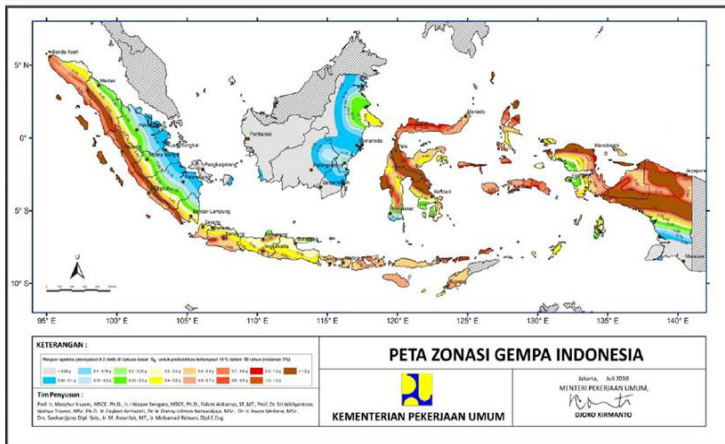
Berikut gambar peta percepatan batuan dasar dan respons spektra percepatan yang penjelasannya dapat dilihat pada tabel 2.3

**Tabel 2. 3** Penjelasan Peta Gempa

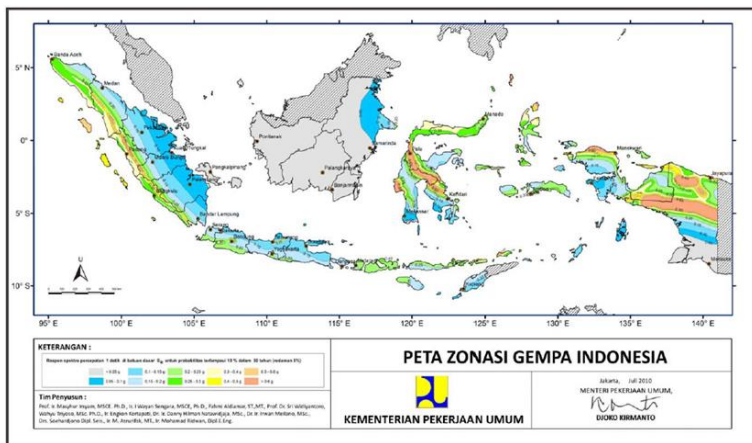
No	No Gambar	Level Gempa	Keterangan
1	Gambar 2.4	10% dalam 50 tahun (500 tahun)	Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA)
2	Gambar 2.5		Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar ( $S_s$ )
3	Gambar 2.6		Peta respons spektra percepatan 1.0 detik di batuan dasar ( $S_t$ )
4	Gambar 2.7	7% dalam 75 tahun (1000 tahun)	Peta percepatan puncak di batuan dasar (PGA)
5	Gambar 2.8		Peta respons spektra percepatan 0.2 detik di batuan dasar ( $S_s$ )
6	Gambar 2.9		Peta respons spektra percepatan 1.0 detik di batuan dasar ( $S_t$ )



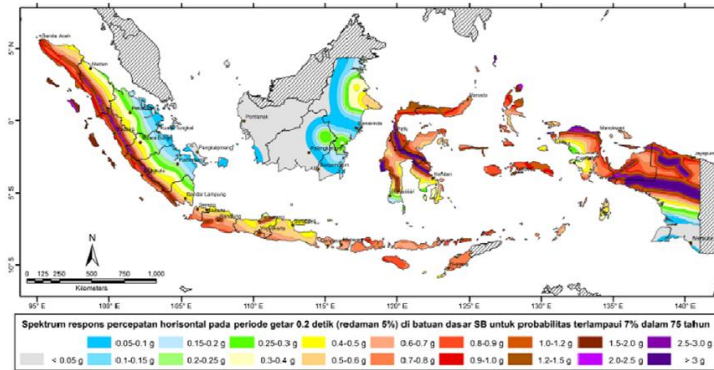
**Gambar 2. 5** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan



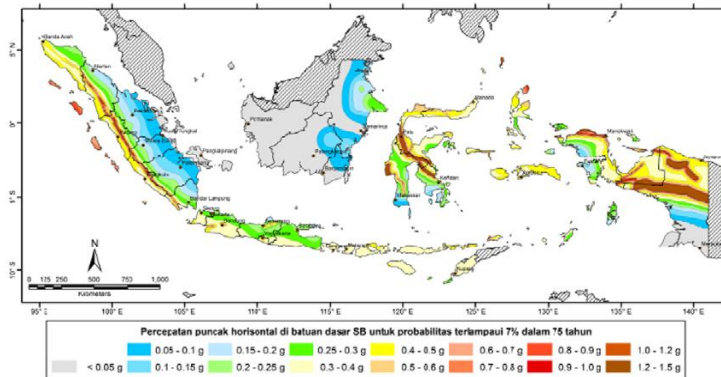
**Gambar 2. 6** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan



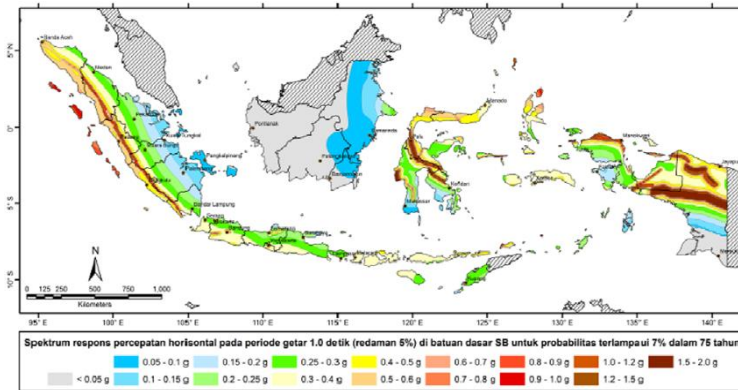
**Gambar 2. 7** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan



**Gambar 2. 8** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan



**Gambar 2. 9** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan



**Gambar 2. 10** peta percepatan batuan dasar dan spektra percepatan

Koefisien respons gempa elastik ditentukan berdasarkan 3 kondisi, yaitu:

1. Untuk  $T < T_0$

$$C_{sm} = (SDS - A_s) \frac{T}{T_0} + A_s \quad \text{..... (2-20)}$$

$$A_s = FPGA \times PGA \quad \text{..... (2-21)}$$

Dengan :

$C_{SM}$  = Koefisien gempa elastik

$SDS$  = Nilai spektra permukaan tanah pada periode pendek ( $T = 0,2$  detik)

$FPGA$  = Faktor amplikasi periode pendek

$PGA$  = Percepatan puncak batuan dasar

2. Untuk  $T_0 < T < T_s$

$$C_{sm} = SDS \quad \text{..... (2-22)}$$

3. Untuk  $T > T_s$

$$C_{sm} = \frac{SD1}{T} \dots\dots\dots(2-23)$$

Dengan :

$SD1$  = Nilai spektra permukaan tanah pada periode 1 detik

$CSM$  = Koefisien gempa elastik

Setelah nilai koefisien gempa elastik diperoleh, langkah selanjutnya ialah menentukan nilai factor modifikasi respon (R). Berdasarkan **RSNI 2833-2013 pasal 5.9.3.2.**, nilai faktor modifikasi respon untuk gaya gempa yang dimodifikasi diambil sama dengan 1.

### 2.2.3 Kombinasi Pembebanan

Di dalam *Standard Design Criteria For Port in Indonesia, januari (1984)* tidak mengatur cara kombinasi pembebanan tetapi hanya mengatur besarnya beban-beban yang bekerja. Sedangkan pada *Technical Standards For Port and Harbour Facilities in Japan (1980)*, pasal 8.3 ayat 1 disebutkan bahwa beban gempa, angin dan gaya tarik boulder dianggap sebagai beban pada kondisi khusus, yaitu beban sementara. Dalam perencanaan ini kombinasi pembebanan yang digunakan merujuk pada BS (British Standard). Kombinasi pembebanan yang dipakai adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi Tanpa Operasi  
1,265DL + 1,32W3 + 1,54LL (Tanpa Truck dan Crane)
- b. Kondisi Operasi  
1,265DL + 1,32W3 + 1,54LL
- c. Kondisi Kapal Sandar

$$1,265DL + 1,32W3 + 1,54LL + 1,54BL$$

d. Kondisi Kapal Setelah Sandar

$$1,265DL + 1,32W3 + 1,54LL + 1,54ML$$

e. Kondisi Gempa

$$1,2DL + 1,2W3 + 1LL + 1Gx + 0,3 Gy$$

Dengan :

DL = Dead Load (beban mati)

W3 = Dead Load ( beban mati tambahan)

LL = Live Load (beban hidup)

ML = Mooring Load (beban tambat)

BL = Berthing Load (beban benturan)

Gx = Beban gempa yang bekerja pada arah x

Gy = Beban gempa yang bekerja pada arah y

## **2.3 Analisa Struktur dan Penulangan**

### **2.3.1 Penulangan Pada Plat**

Perencanaan penulangan plat dihitung dengan metode momen ultimate didasarkan pada besarnya momen yang terjadi akibat beban-beban yang bekerja.

Penulangan plat lantai direncanakan menggunakan tulangan rangkap dengan penulangan lentur. Penulangan plat dermaga dan trestel dihitung dengan mengambil gaya momen terbesar dari kombinasi beban yang dianalisa dengan SAP2000.

Baja tulangan  $\phi < 13 \text{ mm}$ ,  $f_y = 240 \text{ Mpa}$



Baja tulangan  $\phi \geq 13 \text{ mm}$ ,  $f_y = 400 \text{ Mpa}$

$$M_n = M_u / \phi \dots\dots\dots(2-36)$$

$$m = f_y / 0,85 \cdot f_c' \dots\dots\dots(2-37)$$

$$R_n = M_n / b \cdot d^2 \dots\dots\dots(2-38)$$

Rasio tulangan minimum :

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y \dots\dots\dots(2-39)$$

$$\rho_{\max} = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots(2-40)$$

$$\rho_b = 0,75 \cdot \rho_{\max} \dots\dots\dots(2-41)$$

cek kemampuan nominal :

$$T = A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots(2-42)$$

$$a = T / (0,85 \cdot f_c' \cdot b) \dots\dots\dots(2-43)$$

$$\phi M_n = \phi \cdot T \cdot (d - a/2) \dots\dots\dots(2-44)$$

### 2.3.2 Kontrol Stabilitas Lendutan Plat

Berdasarkan *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992 pasal 5.3* lendutan untuk plat dan gelagar harus dibatasi sedemikian hingga :

- Lendutan akibat pengaruh tetap (lawan lendut atau lendutan) adalah dalam batas wajar, yaitu :

$$0 < \Delta < L/300$$

- Lendutan pada beban hidup layan, termasuk kejut, yaitu :

$$\Delta < L/800 \text{ (untuk bentang)}$$

$\Delta < L/300$  (untuk kantilever)

Ket :

$\Delta$  = Lendutan yang terjadi

### 2.3.3 Penulangan Pada Balok

Penulangan balok dermaga juga dilakukan dengan kondisi sebelum komposit (plat pracetak) maupun pada kondisi sesudah komposit direncanakan dengan tulangan rangkap. Dalam perhitungan penulangan perlu dilakukan kontrol retak dan lendutan (baik lendutan seketika dan jangka panjang). Untuk momen, gaya lintang, dan nilai-nilai analisa mekanika lainnya diperoleh dari hasil analisis program bantu SAP 2000.

Penulangan pada balok diperhitungkan terhadap lentur, geser, torsi dan lendutan yang terjadi dengan beban yang sesungguhnya serta kontrol letak pada penampang balok.

#### • Penulangan Lentur

- Penulangan lentur balok dilakukan dengan cara yang sama dengan penulangan lentur plat sebagai berikut :
- $M_n = M_u / \phi \dots \dots \dots (2-49)$
- $M = f_y / 0,85 \cdot f_c' \dots \dots \dots (2-50)$
- $R_n = M_n / b \cdot d^2 \dots \dots \dots (2-51)$
- Rasio tulangan minimum :
- $\rho_{min} = 1.4 / f_y \dots \dots \dots (2-52)$
- $\rho_{max} = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots \dots \dots (2-53)$
- $\rho_b = 0,75 \cdot \rho_{max} \dots \dots \dots (2-54)$
- $A_{st} = \rho \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (2.55)$

- Cek kemampuan nominal :
- $T = A_{st} \cdot f_y \dots (2-56)$
- $a = T / (0,85 \cdot f_c' \cdot b) \dots (2-57)$
- $\phi M_n = \phi \cdot T \cdot (d - a/2) \dots (2-58)$

### • Penulangan Geser

Perencanaan terhadap geser didasarkan mengacu pada SNI tata cara perencanaan struktur beton untuk gedung *SNI 2847-03-2002, pasal 13*.

$$\phi V_n \geq V_u \dots (2-59)$$

Dan  $V_n$  adalah gaya geser terfaktor yang dihitung menurut :

$$V_n = V_c + V_s \dots (2-60)$$

Sedangkan  $V_c$  adalah kuat geser yang disumbangkan oleh beton yang dihitung menurut :

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \dots (2-61)$$

Perencanaan tulangan geser pada dasarnya dibagi atas beberapa kondisi sebagai berikut :

Cek kondisi :

1.  $V_u \leq \phi V_c \dots (2-62)$

Tidak perlu tulangan geser

$$2. \quad 0,5\phi \cdot V_c < V_u \leq \phi \cdot V_c \dots\dots\dots(2-63)$$

Tulangan geser minimum

$$3. \quad \phi \cdot V_c < V_u \leq \phi (V_c + V_s \text{ min}) \dots\dots\dots(2-64)$$

Tulangan geser minimum

$$-V_s \text{ min} = \frac{1 \cdot b_w \cdot d}{3}$$

$$1. \quad \phi \cdot (V_c + V_s \text{ min}) < V_u \leq \phi \cdot (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f'c' \cdot b_w \cdot d}) \dots\dots(2-65)$$

Perlu tulangan geser

$$-V_s \text{ min} = \frac{1 \cdot b_w \cdot d}{3}$$

$$2. \quad \phi \cdot (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f'c' \cdot b_w \cdot d}) < V_u \leq \phi \cdot (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f'c' \cdot b_w \cdot d}) \dots\dots(2-66)$$

Perlu tulangan geser

$$-V_s \text{ min} = \frac{1 \cdot b_w \cdot d}{3}$$

$$3. \quad V_s > \frac{2}{3} \sqrt{f'c' \cdot b_w \cdot d} \dots\dots\dots(2-67)$$

Perlu perbesaran penampang

Perhitungan tulangan geser

$$V_s = V_n - V_c \dots\dots\dots(2-68)$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \dots\dots\dots(2-69)$$

$$\frac{A_v \text{ tot}}{s} = \frac{2 \cdot A_t}{s} + \frac{A_v}{s} \dots\dots\dots(2-70)$$

Sedangkan nilai  $A_v$  total minimum adalah :

$$A_v + 2 \cdot A_t = 75 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot \frac{b_w \cdot s}{1200 \cdot f_{yv}} \dots\dots\dots(2-71)$$

Dan nilai  $A_v + 2 \cdot A_t$  tidak boleh kurang dari :

$$\frac{1}{3} b_w \frac{s}{f_{yv}} \dots\dots\dots(2-72)$$

Kontrol spasi :

$$S \text{ max} = \frac{d}{4} \text{ dan } \leq 300 \text{ mm} \dots\dots\dots(2-73)$$

- **Penulangan Torsi**

- Tu dapat diabaikan jika kurang dari :

$$\frac{\phi \sqrt{f_c'}}{12} \left( \frac{Acp^2}{Pcp} \right) \dots \dots \dots (2-74)$$

- Kontrol dimensi penampang :

$$\sqrt{\left( \frac{vu}{b.d} \right)^2 + \left( Tu \frac{ph}{1.7 .Ao h^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{Vc}{b.d} + \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \right) \dots \dots \dots (2-75)$$

$$\frac{0.85 . \beta 1 . f_c'}{f_v} \left( \frac{600}{600 + f_v} \right) \dots \dots \dots (2-76)$$

- Tulangan puntir tambahan untuk menahan geser harus direncanakan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$T_n = \frac{2.Ao.At.fyv}{s} . \cot \phi \dots \dots \dots (2-77)$$

- Tulangan puntir tambahan untuk tulangan memanjang :

$$A_l = \frac{A_t}{s} Ph . \frac{f_{yv}}{f_{yt}} . \cot^2 \phi \dots \dots \dots (2-78)$$

- Sedangkan tulangan puntir memanjang tidak boleh kurang dari :

$$A_l \text{ min} = \frac{5\sqrt{f_c'} . Acp}{12 f_{yl}} - \left( \frac{A_t}{s} \right) Ph . \frac{f_{yv}}{f_{yl}} \dots \dots \dots (2-79)$$

- Luas tulangan tambahan kemudian disebar merata ke 2 sisi balok.

#### 2.3.4 Kontrol Stabilitas Balok

- Kontrol Retakan Lentur

Retakan gelagar dianggap terkendali pada keadaan layan, oleh pembagian penulangan sedemikian berdasarkan

**Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992)  
Vol 1, pasal 5.3.1.a:**

1. Jarak antara pusat-pusat batang tulangan dekat permukaan tarik balok tidak boleh melebihi 200 mm.
2. Jarak dari pinggir atau dasar balok terhadap pusat batang tulangan memanjang terdekattidak boleh melebihi 100 mm.

Untuk maksud di atas, suatu batang tulangan dengan diameter lebih kecil dari setengah diameter batang terbesar dalam penampang melintang harus diabaikan.

- Kontrol Lendutan Balok

Berdasarkan **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol 1, pasal 5.3.2.a.** , lendutan pada balok (dan pelat) harus dibatasi sedemikian bahwa:

1. Lendutan akibat pengaruh tetap (lawan sudut atau lendutan) adalah dalam batas yang wajar. Batas berikut umumnya diinginkan  $0 < \text{lawan lendutan} < L/300$ .
2. Lendutan pada beban hidup layan, termasuk kejut, tidak boleh melebihi  $L/800$  untuk bentang dan  $L/400$  untuk kantilever.

Selanjutnya, untuk perhitungan lendutan, baik lendutan sesaat maupun jangka panjang, mengacu pada **Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, BMS (1992) Vol 1, pasal 5.3.2 Halaman 5-3.**

### **2.3.5 Penulangan Poer**

Penulangan poer dihitung menggunakan rumus yang sama dengan metode perhitungan tulangan plat.

### 2.3.6 Analisa Daya Dukung Pondasi

#### 1. Pembebanan

Berdasarkan hasil perhitungan struktur utama dengan menggunakan program bantu SAP 2000, maka dapat dihitung gaya-gaya yang bekerja pada tiang pancang tegak dan miring.

#### 2. Data Tanah

Dari hasil penyelidikan tanah SPT (Standard Penetration Test), diperoleh data-data yang diperlukan untuk perhitungan daya dukung tiang pancang.

#### 3. Analisa Kapasitas Tiang Pancang (Pile) Berdasarkan Data SPT

$$P = \frac{A_p \times Q_d}{3} + \frac{A_s \times \sum L_i \times F_i}{3} \dots\dots\dots(2-47)$$

Dengan :

P = Kapasitas pile yang diijinkan

$A_p$  = Luas ujung tiang pancang ( $m^2$ )

$A_s$  = Luas total permukaan tiang pancang

$Q_d$  = Daya dukung tanah maksimum pada

ujung pondasi

= 20 N untuk tanah lempung ( $t/m^2$ )

= 40 N untuk pasir ( $t/m^2$ )

$F_i$  = Gesekan pada permukaan tiang pada

kedalaman i

= N/2 t/m<sup>2</sup> untuk tanah lempung,  
maksimum 12 t/m<sup>2</sup>  
= N/5 t/m<sup>2</sup> untuk pasir, maksimum 10 t/m<sup>2</sup>  
Li = Panjang tiang pancang pada  
kedalaman i

#### 4. Analisa Daya Dukung Akibat Beban Horizontal

Daya dukung horisontal dihitung berdasarkan beban pergeseran normal yang terjadi pada kepala tiang, yaitu pergeseran paling maksimum pada ujung tiang. Bila besarnya pergeseran normal sudah ditetapkan, maka daya dukung mendatar yang diijinkan dapat ditentukan berdasarkan ***Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi, Suyono S, Kazuto Nakazawa***, dengan persamaan berikut ini :

$$Ha = \frac{4 EI \cdot \beta^3}{1 + \beta h} \cdot \delta_\alpha \dots\dots\dots(2.48)$$

Dengan :

Ha = kapasitas daya dukung horisontal  
tiang

E = modulus elastisitas bahan

I = momen inersia penampang

$\delta$  = pergeseran normal (diambil 1 cm)

k = koefisien reaksi tanah dasar

$$= \dots\dots\dots ko. \quad y^{-0,5} \dots\dots\dots(2.49)$$

$$ko = 0,2 Eo \cdot D^{-3/4}$$



(nilai k apabila pergeseran diambil sebesar 1 cm).....(2.50)

y = besarnya pergeseran yang dicari

Eo = modulus elastisitas tanah  
= 28 N .....(2.51)

h = tinggi tiang yang menonjol di atas permukaan tanah

$\beta = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 E I}}$  .....(2.52)

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

Metodologi ini menggambarkan langkah-langkah perencanaan dalam menjawab rumusan masalah perencanaan. Hasil dari jawaban atas perumusan masalah tersebut akan diuraikan dalam bab selanjutnya. Adapun uraian dari metodologi yang ditunjukkan pada gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

#### **3.1. Pengumpulan Data**

Dalam melakukan perencanaan struktur dermaga diperlukan data sebagai berikut:

1. Data Angin
2. Data Gelombang dan Arus
3. Data Pasang Surut
4. Data Bathymetri
5. Data Tanah

#### **3.2 Spesifikasi Kapal**

- |                        |         |       |
|------------------------|---------|-------|
| 1. Kapasitas Angkut    | : 10000 | DWT   |
| 2. Panjang Total LOA   | : 140   | meter |
| 3. <i>Loaded Draft</i> | : 8.1   | meter |

#### **3.3 Spesifikasi Dermaga**

1. Pembangunan dermaga baru dengan konstruksi beton *deck on pile*.
2. Panjang dermaga :  $LOA + 10\text{ m} = 140\text{ m} + 10\text{ m} = 150\text{ m}$   
 $LOA + 10\% = 140\text{m} + 14\text{m} = 154\text{ m}$   
Dipakai panjang 160m untuk keperluan putar halauan truck ataupun yang lainnya.

3. Lebar dermaga : Digunakan lebar 31,3 m
4. Struktur pondasi menggunakan pondasi tiang pancang pipa baja (*Steel Pipe Pile*).
5. Direncanakan dapat melayani kapal dengan kapasitas muat 10000 DWT.
6. Kondisi pasang surut :
  - a. Kondisi pasang tertinggi (HWS) : +1,49 m
  - b. Kondisi surut terendah (LWS) : +0.00 m

### 3.4 Analisa Perencanaan Struktur

Analisa perencanaan struktur dermaga meliputi:

#### 1. Perencanaan Dimensi Struktur

Langkah awal dalam perencanaan struktur dermaga adalah merencanakan dimensi struktur. Perencanaan tersebut meliputi:

- a. Perencanaan dimensi apron
- b. Perencanaan tebal pelat dermaga
- c. Perencanaan dimensi balok memanjang
- d. Perencanaan dimensi balok melintang
- e. Perencanaan dimensi pile cap dan tiang pancang.

#### 2. Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur dermaga meliputi beban vertikal dan horizontal serta kombinasi keduanya.

- a. Beban Vertikal
  - Beban mati
  - Beban hidup
- b. Beban Horizontal
  - Beban benturan kapal (berthing force)
  - Beban tambatan kapan (mooring force)
  - Beban gempa

c. Kombinasi Pembebanan

### **3. Perencanaan Fender**

Fender merupakan bantalan yang berfungsi sebagai penyerap energi benturan antara kapal dan dermaga saat kapal merapat. Perencanaan fender meliputi:

- a. Perhitungan energi benturan kapal, yang didasarkan pada kapal terbesar yang merapat di dermaga.
- b. Perhitungan energi yang dapat diserap oleh dermaga.
- c. Pemilihan tipe dan ukuran fender.
- d. Penempatan fender.

### **4. Perencanaan Boulder**

Boulder atau alat penambat merupakan alat yang berfungsi mengikat kapal pada saat berlabuh agar tidak terjadi pergeseran atau gerakan pada kapal yang disebabkan oleh gelombang, arus dan angin.

- a. Perhitungan gaya yang diterima boulder.
- b. Perencanaan dimensi boulder

### **5. Analisa Struktur**

Analisa struktur dermaga menggunakan program SAP 2000 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur dermaga yang direncanakan.

### **6. Kontrol Stabilitas dan Kekuatan**

Kontrol stabilitas diperlukan untuk menjamin perilaku struktur yang memadai pada kondisi beban kerja. Kontrol meliputi kontrol terhadap retak dan lendutan.

## **7. Penulangan**

Penulangan dilakukan pada struktur beton yang terdapat pada konstruksi dermaga seperti penulangan pelat, balok memanjang, balok melintang, balok anak, dan pile cap.

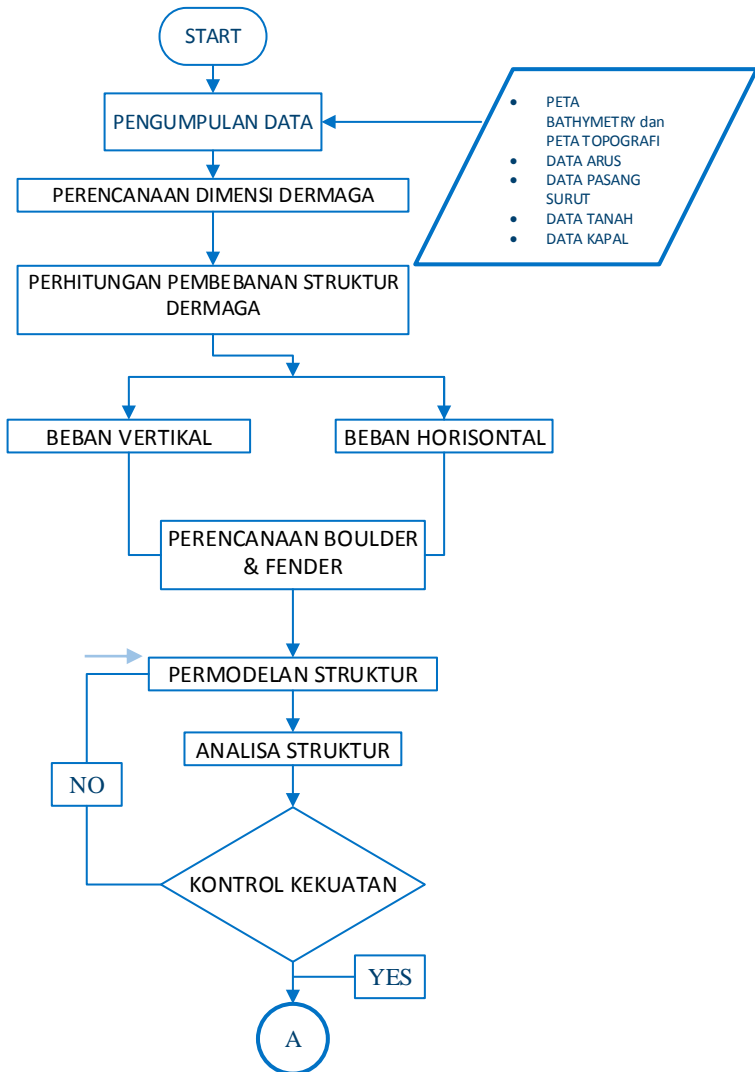
### **3.5 Penulisan Laporan**

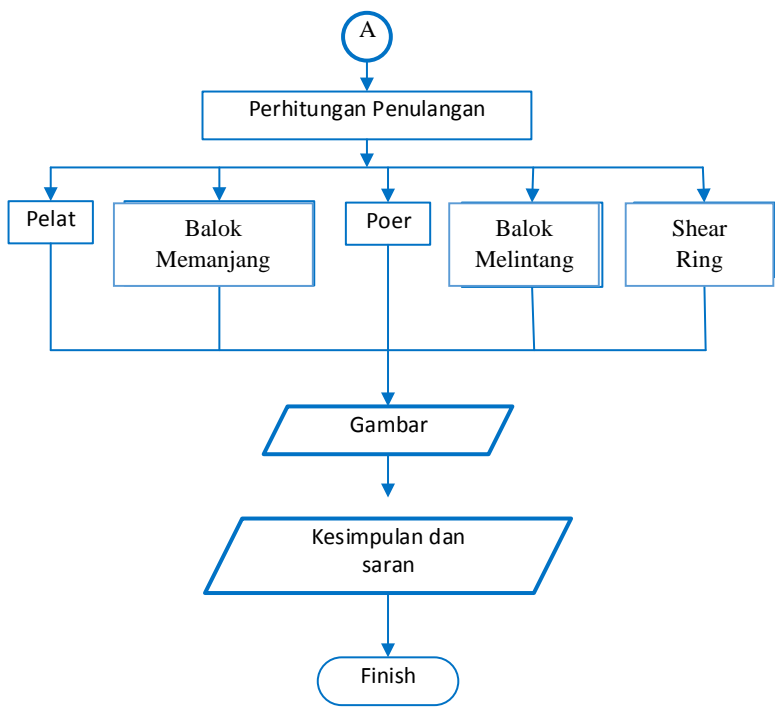
Tugas Akhir merupakan bentuk karya ilmiah, maka dalam pembuatannya diperlukan laporan yang penulisannya disusun secara sistematis dan terperinci.

### **3.6 Penggambaran Struktur**

Setelah perhitungan struktur selesai, maka dilakukan penggambaran struktur menggunakan program Autocad.

### 3.7. Bagan Metodologi





**Gambar 3. 1** Bagan Metodologi Perencanaan



## **BAB IV**

### **KRITERIA DESAIN**

#### **4.1. Peraturan Yang Digunakan**

Dalam melakukan perencanaan struktur dermaga digunakan beberapa peraturan sebagai berikut :

2. Standart Design Criteria for Port in Indonesia, 1984.
3. PBI 1971
4. SNI 03 - 2833 - 2013, Tata Cara Perencanaan Gempa untuk Jembatan.
5. Technical Standards and Commentaries for Port and Harbour facilities in Japan.

#### **4.2. Kriteria Kapal Rencana**

Dermaga ini direncanakan akan ditambahi oleh kapal dengan bobot maksimum 10000 DWT. Jenis kapal yang dimaksud adalah kapal tongkang dengan spesifikasi sebagai berikut :

**Tabel 4. 1** Spesifikasi Kapal Rencana

Spesifikasi	Kapal 15000 DWT
Dead Weight Tonnage (DWT)	10000 ton
Length Overall (Loa)	140 m
Loaded Draft (D)	8.1 m

Berdasarkan tabel 5.1. *Standard Design Criteria for Port in Indonesia, 1984* (Hal. 10) mengenai kecepatan bertambat kapal, kapal dengan data di atas diperkirakan

berlabuh dengan kecepatan 0.15 m/dtk, dengan asumsi kondisi berlabuh dalam keadaan standar (*moderate berthing velocity*).

### 4.3. Kualitas Material

#### 4.3.1. Mutu Beton

Mutu beton yang direncanakan memiliki kuat tekan karakteristik (K) sebesar K450. Berikut spesifikasi dari beton yang digunakan :

- Kuat tekan karakteristik K450 = 450 kg/cm<sup>2</sup>  
 $f'_c = 37.35 \text{ MPa}$
- Modulus Elastisitas diambil berdasarkan PBI 1971 persamaan 11.1.1  
 $\sigma'_{bk} = 450 \text{ kg/cm}^2 \text{ (PBI Tabel 4.2.1)}$   
 $E_b = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{37.35} = 28723.884 \text{ MPa}$   
 $n = E_a/E_b = 200000 / 28723.884 = 6.96$   
 $\sigma_{b' \text{ ijin}} = 0.33 \sigma'_{bk} = 0.33 \times 450 = 148.5 \text{ kg/cm}^2$
- Tebal selimut beton (decking) untuk :  
 Pelat = 5 cm  
 Balok = 7,5 cm  
 Poer = 7,5 cm

#### 4.3.2. Mutu Baja Tulangan

Mutu baja tulangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 2** Mutu Baja Tulangan

Tulangan $\varnothing < 13 \text{ mm}$ ; U24	$f_y =$	240 MPa
	$E_a =$	210000 MPa
	$\sigma_a =$	140 MPa
Tulangan $D \geq 13 \text{ mm}$ ; U39	$f_y =$	390 MPa
	$E_a =$	210000 MPa
	$\sigma_a =$	225 MPa

### 4.3.3. Tiang Pondasi

Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang pipa baja (Steel Pipe Pile) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tiang pancang baja JIS A 5525 :

**Tabel 4. 3** Spesifikasi Tiang Pancang

Spesifikasi	Jetty	Trestle
Kekuatan	BJ 55	BJ 55
Teg. Putus Min ( $f_u$ )	550 MPa	550 MPa
Teg. Leleh Min ( $f_y$ )	410 MPa	410 MPa
Young Modulus ( $E$ )	200000 MPa	200000 MPa
Modulus Geser ( $G$ )	80000 MPa	80000 MPa
Nisbah Poisson ( $\mu$ )	0.3	0.3
Koef. Pemuaian ( $\alpha$ )	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$	$12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$

Ada beberapa alternatif tiang pancang yang dapat digunakan. Namun pada perencanaan kali ini digunakan tiang pancang pipa baja, tentunya dengan berbagai kelebihan dan kekurangan yang dimiliki. Berikut disajikan perbandingan kelebihan dan kekurangan tiang pancang beton dan pipa baja.

**Tabel 4. 4** perbandingan kelebihan dan kekurangan tiang pancang beton dan pipa baja

Spesifikasi	Tiang Pancang	
	Beton	Baja
Nilai N SPT maksimum yang dapat ditembus	< 50 blows	> 50 blows
Kedalaman pemancangan	Terbatas	Bebas
Berat tiang	Cukup ringan	Lebih ringan
Mobilisasi	Mudah	Mudah
Pelaksanaan	Relatif mudah	Relatif mudah
Pengangkatan tiang	Semakin panjang semakin sulit	Relatif mudah karna cukup ringan
Penyambungan	Relatif mudah dengan pengelasan	Lebih mudah dengan pengelasan
Harga tiang	Cukup murah	Mahal
Biaya transportasi	Cukup mahal karna dihitung berdasarkan berat	Lebih murah karna dihitung berdasarkan volume
Ketahanan korosi	Baik	Kurang baik
Biaya pemeliharaan	Cukup murah	Mahal karna perlu coating anti karat
Faktor kesalahan teknis	Ada, yaitu ujung tiang	Hampir tidak ada karna

	retak/pecah saat pemancangan	elastisitas bahan cukup tinggi
--	------------------------------	--------------------------------

## 4.4. Penetapan Tata Letak dan Dimensi

### 4.4.1. Penetapan Tata Letak

#### 1. Dermaga

Berdasarkan *Standard design Criteria for Port in Indonesia, 1984*, penentuan awal dimensi dermaga dihitung dengan rumus  $Loa + 10\%Loa$  atau  $Loa + 10\text{ m}$ . Sehingga diperoleh :

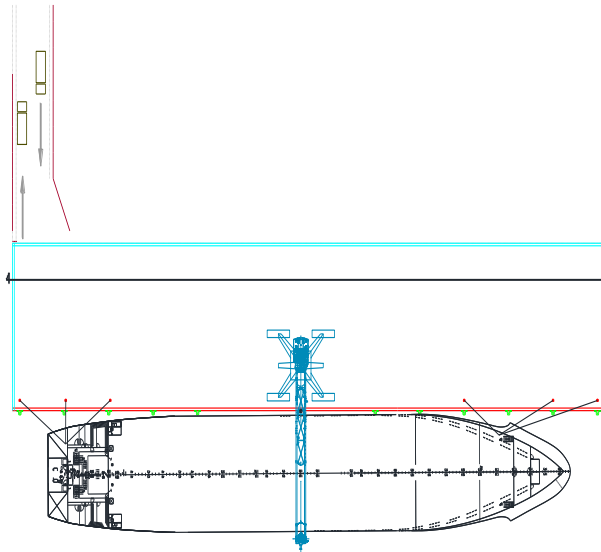
$$\text{Panjang Dermaga} = 140\text{m} + 14\text{m} = 154\text{m}$$

Dengan mempertimbangkan jarak antar gelagar maka digunakan panjang dermaga 160 m.

Demikian pula dengan lebarnya, lebar dermaga ditentukan dengan memperhitungkan jarak tepi, kebutuhan manuver peralatan atau kendaraan yang berada diatas dermaga serta lebar crane, maka direncanakan lebar dermaga 32 m.

#### 2. Trestle

Direncanakan bentuk dan ukuran trestle sesuai dengan kebutuhan yang ada yaitu panjang 588 m dan lebar 11 m.



**Gambar 4. 1** Layout Dermaga dan Trestle

### 3. Elevasi Apron Dermaga

Berdasarkan ketentuan pada tabel 2.1., penentuan elevasi apron dengan kedalaman air rencana 4,5 m atau lebih besar, pasang surut kurang dari 3 m adalah 1 – 2 m diatas HWS.

$$\begin{aligned}
 \text{Elevasi Apron} &= \text{HWS} + (1 - 2 \text{ m}) \\
 &= +0,75. + 1-2\text{m} \\
 &= +3 \text{ mLWS}
 \end{aligned}$$

Karena untuk keamanan saat kapal berlabuh, maka elevasi apron diambil +3m dari LWS

Sedangkan untuk kedalaman perairan rencana, sesuai dengan ketentuan pada subbab 2.1.2 adalah :

$$= (1.05 \sim 1.15) \times \text{sarat maksimum}$$

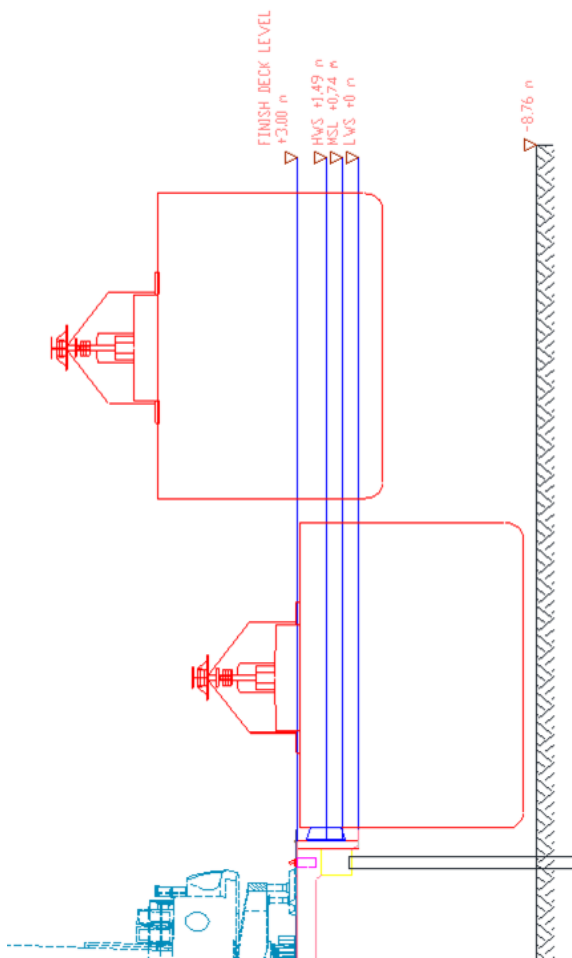
$$= (1.05 \sim 1.15) \times 8.1\text{m}$$

$$= (8.5 \sim 9.32) \text{ m}$$

Maka direncanakan kedalaman kolam perairan 8,76m.

#### **4. Elevasi Apron Trestle**

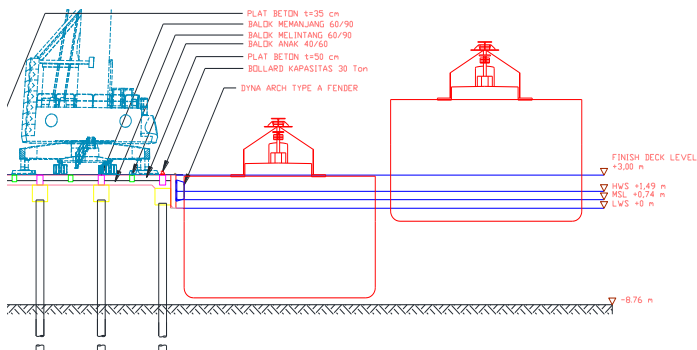
Elevasi lantai trestle mengacu pada kondisi eksisting pelabuhan dan ditentukan oleh elevasi dermaga yaitu +3.00 m LWS.



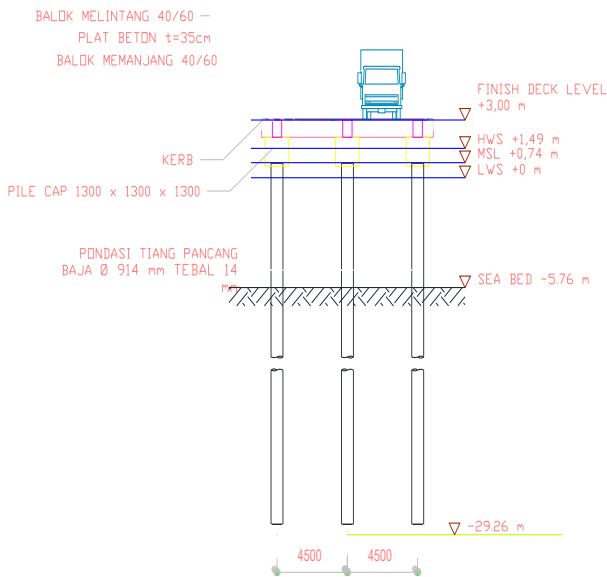
**Gambar 4. 2** Posisi Dermaga terhadap Kapal







Gambar 4. 4 Tampak Samping Dermaga



Gambar 4. 5 Tampak Samping Trestle

## 4.4.2. Penetapan Dimensi

### 4.4.2.1. Tebal Plat Dermaga dan Trestle

#### 1. Tebal Plat Dermaga

Pelat lantai pada dermaga berdasarkan ketentuan pada persamaan 2-1 dan 2-2 harus mempunyai tebal minimum (D) yang memenuhi kedua ketentuan berikut:

$$D \geq 200 \text{ mm}$$

$$D \geq 100 + 0,04L \text{ mm}$$

$$D \geq 100 + 0,04(6000) \text{ mm}$$

$$D \geq 340 \text{ mm}$$

Dengan mempertimbangkan beban yang bekerja diatas plat (seperti crane), maka direncanakan tebal plat dermaga = 350 mm (dan 500 mm khusus pada plat yang menjadi are kerja LHM *Crane*).

#### 2. Tebal Plat Trestle

$$D \geq 200 \text{ mm}$$

$$D \geq 100 + 0,04L \text{ mm}$$

$$D \geq 100 + 0,04(5000) \text{ mm}$$

$$D \geq 300 \text{ mm}$$

Direncanakan tebal plat trestle = 350 mm

### 4.4.2.2. Dimensi Balok Dermaga dan Trestle

#### 1. Dimensi Balok Dermaga

Balok Memanjang (L= 6m)

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$D \geq 165 + 0.06(6000)$$

$$D \geq 525$$

$$B \geq 2/3D$$

$$B \geq 2/3 (525) \geq 350 \text{ mm}$$

Direncanakan menggunakan balok 100/130 cm.

Kontrol Kelangsingan:

$$L/b_{ef} \leq 240 b_{ef}/D$$

$$6000/600 \leq 240 \times (1000/1300)$$

$$6000/600 \leq 240 \times (1000/1300)$$

$$10 \leq 160 \rightarrow \text{OK}$$

Atau,

$$L/b_{ef} = 6000 / 600 = 10 \leq 60 \rightarrow \text{OK}$$

#### Balok Anak Memanjang (L= 6m)

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$D \geq 165 + 0.06(6000)$$

$$D \geq 525$$

$$B \geq 2/3D$$

$$B \geq 2/3 (525) \geq 350 \text{ mm}$$

Direncanakan menggunakan balok 40/60 cm.

Kontrol Kelangsingan:

$$L/b_{ef} \leq 240 b_{ef}/D$$

$$6000/400 \leq 240 \times (400/600)$$

$$150 \leq 160 \rightarrow \text{OK}$$

#### Balok Listplank (L= 6m)

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$D \geq 165 + 0.06(6000)$$

$$D \geq 525$$

$$B \geq 2/3D$$

$$B \geq 2/3 (525) \geq 350 \text{ mm}$$

Direncanakan menggunakan balok 30/50 cm.

Kontrol Kelangsingan:

$$L/b_{ef} \leq 240 b_{ef}/D$$

$$6000/300 \leq 240 \times (300/500)$$

$$6000/300 \leq 240 \times (300/500)$$

$$20 \leq 144 \rightarrow \text{OK}$$

Balok Melintang (L= 6m)

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$D \geq 165 + 0.06(6000)$$

$$D \geq 525$$

$$B \geq 2/3D$$

$$B \geq 2/3 (525) \geq 350 \text{ mm}$$

Direncanakan menggunakan balok 100/130 cm.

Kontrol Kelangsingan:

$$L/b_{ef} \leq 240 b_{ef}/D$$

$$6000/600 \leq 240 \times (1000/1300)$$

$$6000/600 \leq 240 \times (1000/1300)$$

$$10 \leq 160 \rightarrow \text{OK}$$

Balok Listplank (L= 6m)

$$D \geq 165 + 0.06L$$

$$D \geq 165 + 0.06(6000)$$

$$D \geq 525$$

$$B \geq 2/3D$$

$$B \geq 2/3 (525) \geq 350 \text{ mm}$$

Direncanakan menggunakan balok 50/250 cm.

Kontrol Kelangsingan:

$$L/b_{ef} \leq 240 b_{ef}/D$$

$$6000/300 \leq 240 \times (500/2500)$$

$$6000/300 \leq 240 \times (500/2500)$$

$$20 \leq 48 \rightarrow \text{OK}$$

## 2. Dimensi Balok Trestle

Perencanaan balok pada trestle pada dasarnya sama dengan perencanaan balok dermaga. Yaitu:

Balok Memanjang = 600 x 900 mm

Balok Melintang = 600 x 900 mm

### 4.4.2.3. Tiang Pancang Baja

#### 1. Diameter Tiang Pancang

Data dimensi tiang pancang yang akan digunakan pada perencanaan dermaga dan trestle ialah sebagai berikut :

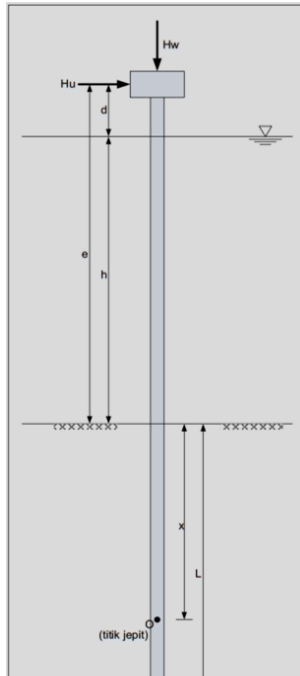
**Tabel 4. 5** Data Tiang Pancang Dermaga

Spesifikasi	Tiang Tegak
Diameter	1500 mm
Tebal	22 mm
Luas Penampang	1021 cm <sup>2</sup>
Berat	394.56 kg/m
Momen Inersia	628000 cm <sup>4</sup>

**Tabel 4. 6** Data Tiang Pancang Trestle

Spesifikasi	Tiang Trestle
Diameter	914 mm
Tebal	19 mm
Luas Penampang	396 cm <sup>2</sup>
Berat	310.85 kg/m
Momen Inersia	401000 cm <sup>4</sup>

## 2. Panjang Penjepitan



**Gambar 4. 6** Sketsa kedalaman minimum tiang pancang

Perhitungan letak titik jepit tanah terhadap tiang pancang untuk tanah normally consolidated clay & granular soil adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 7** Panjang Penjepitan Tiang Dermaga Ø 1500 mm  
Tebal 22 mm

Parameter			Unit	Ø 1500mm
Diameter luar		D1	cm	150
Diameter dalam		D2	cm	145.6
Tebal		t	cm	2.2
Luas Penampang		A	cm <sup>2</sup>	1021.00
Berat		W	kg/cm	6.1
Momen Inersia		I	cm <sup>4</sup>	2788572
Modulus Elastisitas Baja		E	kg/cm <sup>2</sup>	2100000
Jarak As pile cap ke LWS		d	m	1.75
Kedalaman Perairan		h	m	9.5
h + d		e	m	11.25
Panjang total tiang			m	39
Panjang tiang tertanam		L	m	28.575
N			blow/feet	3
kh = 0.15*N			kg/cm <sup>3</sup>	0.45
$1 / ((kh \cdot D / (4EI))^{0.25})$		x	m	7.675
Pnjng titik jepit dr dasar		L - x	m	20.900
Tinggi Struktur			m	18.100



### 3. Kontrol Tekuk Tiang

Untuk memperhitungkan pengaruh tekuk baik selama pemancangan maupun saat memikul beban permanen, digunakan persamaan berikut :

$$L / D \leq 60 - 70$$

Tiang Ø 1500 mm t 22 mm

$$\frac{L \text{ tekuk}}{D} \leq 60 - 70$$

$$\frac{20.785}{1.016} \leq 60$$

$$20.46 < 60 \quad \rightarrow \text{OK}$$

Tiang Ø 914 mm t 19 mm

$$\frac{L \text{ tekuk}}{D} \leq 60 - 70$$

$$\frac{19.918}{0.914} \leq 60$$

$$21.79 < 60 \quad \rightarrow \text{OK}$$

### 4. Pengaruh Korosi Tiang Pancang

Dalam pemasangan tiang pancang diperhitungkan pengaruh korosi terhadap usia rencana dermaga ( $\pm 50$  tahun). Sesuai dengan *Technical Standards for Port and Harbour Facilities in Japan* (1980), **Tabel 2.11.hal 80** ketebalan tiang yang terkena air laut (laju korosi = 0,1 mm/th) bertambah :

$$\pm (0,1 \text{ mm/th} \times 50 \text{ th}) = \pm 5 \text{ mm}$$

Untuk mempertahankan ketebalan tiang dari pengaruh korosi, maka tiang diberikan perlindungan dengan menggunakan coating dan metode perlindungan katode, sehingga memperpanjang jangka waktu layan tiang. Adapun coating yang digunakan menggunakan coating dari Agatha Paint. Ketebalan coating yang digunakan menyesuaikan dengan jangka waktu layan yaitu 50 tahun, sehingga digunakan coating dengan ketebalan 500 micron (0,5 mm).

Sedangkan untuk perlindungan tambahan, maka tiang diberikan perlindungan terhadap korosi dengan metode lindungan katode, yaitu dengan mengalirkan arus listrik ke tiang sehingga mencegah reaksi kimia yang menyebabkan korosi pada tiang pancang.

#### **4.4.2.4. Dimensi Poer**

Dimensi poer berdasarkan ukuran tiang pancang dan jumlah tiang terpasang disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 4. 8 Dimensi Poer**

Type	Dimensi	Jumlah Tiang	Ket
A	2500 x 2500 x 2100	1	T. Tegak

## 4.5. Pembebanan

### 4.5.1. Beban Vertikal

#### 1. Beban Mati

Berat sendiri pelat, balok, dan poer akan dihitung sendiri secara otomatis di program SAP 2000 v14.2.2, jadi beban mati yang dimasukkan adalah beban mati tambahan, diantaranya :

$$\text{Berat aspal (t = 5 cm)} = 0.05 \times 2.5 = 0.125 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Berat sendiri fender} = 0.895 \text{ t/m}$$

#### 2. Beban Hidup Merata

- a. UDL  $= 3 \text{ t/m}^2$   
(Soedjono Kramadibrata, 2002 : 233)
- b. Beban hujan  $= 0.05 \times 1 \text{ t/m}^3 = 0.05 \text{ t/m}^2$

#### LHM CRANE 320

Beban akibat berat sendiri crane dalam keadaan kosong sebesar 345 ton akan dimodelkan sebagai beban merata pada setiap pad dan dikombinasi dengan momen akibat posisi boom atau lengan crane.

Berikut disajikan momen maksimum yang terjadi akibat boom.

**Tabel 4. 9** Momen Maksimum akibat Boom Crane

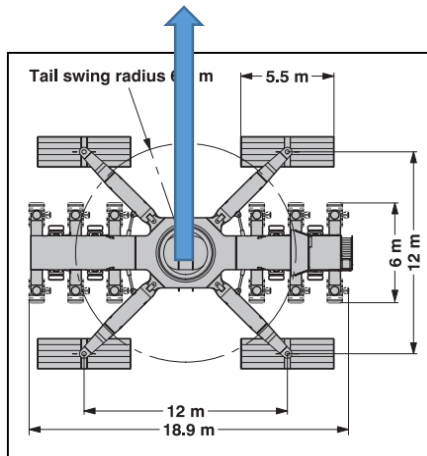
<b>Radius (m)</b>	<b>Hook Operation (ton)</b>	<b>Momen (ton.m) (ton.m)</b>
10.5	104	1092
17	104	1768
<b>18</b>	<b>102.7</b>	<b>1848.6</b>
20	88.1	1762
21	82.1	1724.1
22	76.8	1689.6
23	72	1656
24	67.8	1627.2
25	64	1600
26	60.5	1573
27	57.3	1547.1
28	54.4	1523.2
29	51.8	1502.2
30	49.3	1479
31	47.1	1460.1
32	45	1440
33	43	1419
34	41.2	1400.8
35	39.5	1382.5
36	37.9	1364.4
37	36.4	1346.8
38	35	1330
39	33.7	1314.3
40	32.4	1296
41	31.3	1283.3
42	30.1	1264.2
43	29.1	1251.3

Diperoleh momen maksimum sebesar 1848.6 ton.m akibat beban 102.7 ton dengan radius 18 m.

Untuk memperoleh beban maksimum akibat berat sendiri crane dan posisi boom, dilakukan perhitungan dalam 3 kondisi :

### Kondisi 1

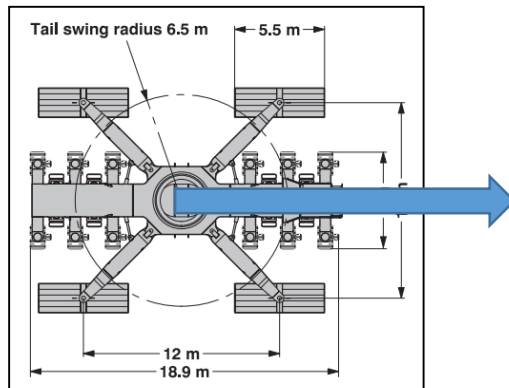
Boom tegak lurus sumbu memanjang crane. Kondisi ini terjadi pada saat crane mengambil batubara dari kapal (boom mengarah ke sisi laut).



**Gambar 4. 7** Konfigurasi roda dan pad pada LHM Crane serta Arah Boom Kondisi I

### Kondisi II

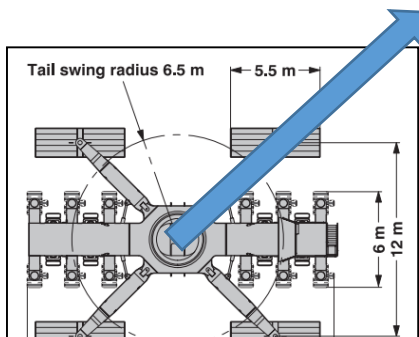
Boom sejajar sumbu memanjang crane. Kondisi ini terjadi pada saat crane melepaskan batubara dari *hook*.



**Gambar 4. 8** Konfigurasi roda dan pad pada LHM Crane serta Arah Boom Kondisi II

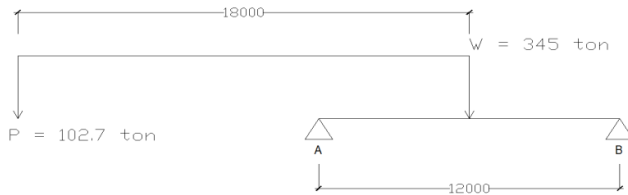
### Kondisi III

Boom arah diagonal sumbu memanjang crane. Kondisi ini terjadi pada saat crane melakukan *swing*.



**Gambar 4. 9** Konfigurasi roda dan pad serta Arah Boom Kondisi III

### Perhitungan Tekanan Outrigger Crane : Kondisi I dan II



$$\sum M_A = 0$$

$$-B_v \cdot 12 + W \cdot \frac{12}{2} - P \cdot \left( r - \frac{12}{2} \right) = 0$$

$$B_v = \frac{345 \times 6 - 102.7 \times (18 - 6)}{12}$$

$$B_v = 69.8 \text{ ton}$$

Beban merata di atas pad (Dimensi pad crane 5.5. x 1.8 m) :

$$= 69.9 \text{ ton} / 2 = 34.9 \text{ ton}$$

$$= 34.9 \text{ ton} / (5.5 \times 1.8)$$

$$= \mathbf{3.53 \text{ ton/m}^2} \quad (\text{sisi darat})$$

$$\sum M_B = 0$$

$$A_v \cdot 12 - W \cdot \frac{12}{2} - P \cdot \left( r + \frac{12}{2} \right) = 0$$

$$A_v = \frac{345 \times 6 + 102.7 \times (18 + 6)}{12}$$

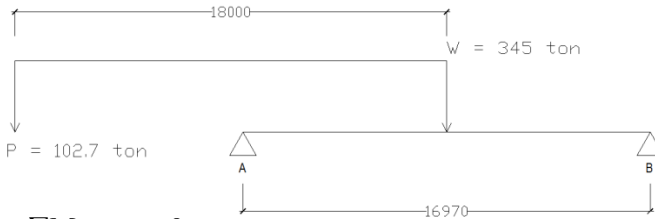
$$A_v = 377.9 \text{ ton}$$

Beban merata di atas pad (Dimensi pad crane 5.5. x 1.8 m) :

$$= 377.9 \text{ ton} / 2 = 188.95 \text{ ton}$$

$$= 188.95 \text{ ton} / (5.5 \times 1.8)$$

$$= \mathbf{19.09 \text{ ton/m}^2} \quad (\text{sisi laut})$$

**Kondisi III**

$$\sum M_A = 0$$

$$-B_v \times 16.97 + W \times \frac{16.97}{2} - P \times \left( r - \frac{16.97}{2} \right) = 0$$

$$B_v = \frac{345 \times 8.49 - 102.7 \times (18 - 8.49)}{16.97}$$

$$B_v = 114.917 \text{ ton}$$

Beban merata di atas pad (Dimensi pad crane 5.5. x 1.8 m) :

$$= 114.917 \text{ ton} / 2 = 57.46 \text{ ton}$$

$$= 57.46 \text{ ton} / (5.5 \times 1.8)$$

$$= \mathbf{5.8 \text{ ton/m}^2} \quad (\text{sisi darat})$$

$$\sum M_B = 0$$

$$A_v \times 16.97 - W \times \frac{16.97}{2} - P \times \left( r + \frac{16.97}{2} \right) = 0$$

$$A_v = \frac{345 \times 8.485 + 102.7 \times (18 + 8.485)}{16.97}$$

$$A_v = 332.78 \text{ ton}$$

Beban merata di atas pad (Dimensi pad crane 5.5. x 1.8 m) :

$$= 332.78 \text{ ton} / 2 = 166.39 \text{ ton}$$

$$= 166.39 \text{ ton} / (5.5 \times 1.8)$$

$$= \mathbf{16.8 \text{ ton/m}^2} \quad (\text{sisi laut})$$



### 3. Beban Terpusat

Merupakan beban titik yang bekerja di dermaga akibat tekanan dari peralatan bongkar muat yang digunakan. Peralatan yang digunakan dan pembebanannya adalah sebagai berikut :

#### a. Truck trailer 45T

Untuk mengangkut batubara dari dermaga ke lapangan penumpukan digunakan truk container dengan kapasitas beban mencapai 45 ton (10, 20, 20 ton)

## 4.5.2. Beban Horizontal

### 1. Beban Tumbukan Kapal

Kapal merapat dengan sudut,  $\theta = 10^\circ$

(Triadmodjo, Hal 217)

Kecepatan bertambat kapal,  $v = 0.15 \text{ m/s}$

(Tabel 5.1. Standart Design Criteria for Port in Indonesia 1984)

Energi tumbukan dapat dihitung dengan persamaan :

$$E_f = (W \cdot v^2 / 2g) \cdot C_m \cdot C_E \cdot C_C \cdot C_S$$

Dimana :

Bobot Kapal maksimum = 15000 DWT

$$W = 20730 \text{ ton}$$

$$Loa = 140 \text{ m}$$

$$B = 18 \text{ m (lebar kapal)}$$

$$d = 8.1 \text{ m (draft kapal)}$$

$$\rho = 1.025 \text{ t/m}^3 \text{ (massa jenis air laut)}$$

$$L_{pp} = 0.852 \times Lo^{1.0201} = 131.74 \text{ m}$$

$$C_b = \text{koefisien blok kapal} \\ = W / (L_{pp} \cdot B \cdot d \cdot \rho) = 1.053007$$

$$C_m = \text{koefisien massa} \\ = 1 + (\pi \cdot d) / (2 \cdot C_b \cdot B) = 1.67094$$

$$\begin{aligned}
 l &= 1/4 \text{ Loa} = 35 \text{ m} \\
 r &= \text{diambil } 0.25 \text{Loa} = 35 \text{ m} \\
 C_E &= \text{koefisien eksentrisitas} \\
 &= 1 / ( 1 + (l/r)^2 ) = 0.5 \\
 C_C &= \text{koefisien bentuk} = 1 \text{ (untuk jetty)} \\
 C_S &= \text{koefisien kekerasan} \\
 &= 1 \text{ (untuk kapal baja)}
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 \mathbf{Ef} &= (20730 \times 0.15^2 / (2 \times 9.81)) \times 1.67094 \times \\
 &\quad 0.5 \times 1 \times 1 = \mathbf{19.862 \text{ tm}} \\
 &= \mathbf{198.62 \text{ kNm}}
 \end{aligned}$$

### Pemilihan Jenis Fender

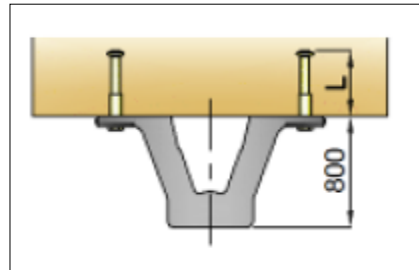
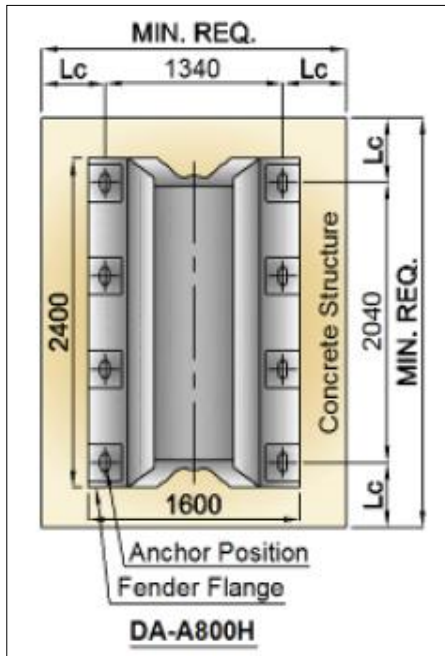
Dengan Ef maks = tm,

maka perencanaan fender dipilih dengan menggunakan Dyna Arch Fender Type A (DA-A800H M1), dimana :

$$\begin{aligned}
 \text{Energi Fender (E)} &= 33,5 \text{ tm} \\
 E > E_f \text{ maks} &= 19.862 \text{ tm} \mathbf{OK!} \\
 \text{Reaksi} &= 29.53 \text{ ton} \\
 (\text{reaksi} &= \text{ gaya horizontal yang diteruskan ke struktur})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Fender} &= 1.22 \text{ T} \\
 \text{Panjang Fender} &= 1.5 \text{ m} \\
 \text{Defleksi} &= 52.5 \%
 \end{aligned}$$

Reaksi akibat gesekan fender ketika ditabrak kapal yang akan merapat berkisar 10% dari reaksi yang diteruskan fender ke struktur.



**Gambar 4. 10** Tampak Depan Dyna Arch Fender

### Pemasangan Fender

Jarak pemasangan fender ditinjau dari arah vertical dan horizontal. Berikut ini adalah perhitungan jarak fender.

#### 1. Arah Vertikal

Pemasangan fender pada arah ini berdasarkan pada ukuran kapal rencana yang akan bersandar pada dermaga, fluktuasi air laut, dan elevasi dermaga.

#### 2. Arah Horizontal

Syarat penentuan jarak pemasangan fender arah horizontal ( $L$ ) ialah berdasarkan kedalaman perairan dan

radius “bow” dari kapal, dan dipastikan tidak ada badan kapal yang menyentuh dermaga.

Jarak horizontal maksimum antara fender juga ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$L = 2 \sqrt{r^2 - (r - h)^2}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} r &= \text{radius tekukan dari buritan kapal} \\ &= 0.25 \times L_{oa} = 0.25 \times 140 = 35 \text{ m} \\ h &= \text{tinggi efektif fender} \\ &= 1.5 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka, jarak maksimum antar fender adalah:

$$L = 2 \sqrt{35^2 - (35 - 1.5)^2} = 20.27 \text{ m}$$

Digunakan jarak antar fender sebesar 12 m.

### Elevasi Bidang Sentuh Kapal terhadap Fender

Tinggi kapal (D) = 11 m

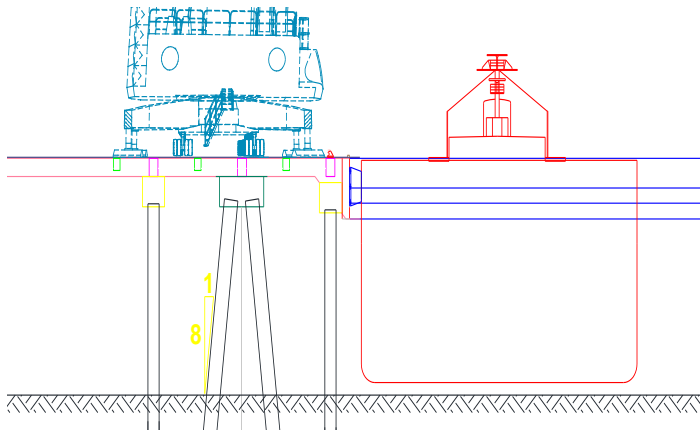
Draft (d) = 8.1 m

Tinggi Dek Kapal :

- Kondisi kapal penuh  
(  $D - d$  ) = 2.9 m
- Kondisi kapal kosong  
(  $D - 1/3d$  ) = 8.3 m

Kondisi I :

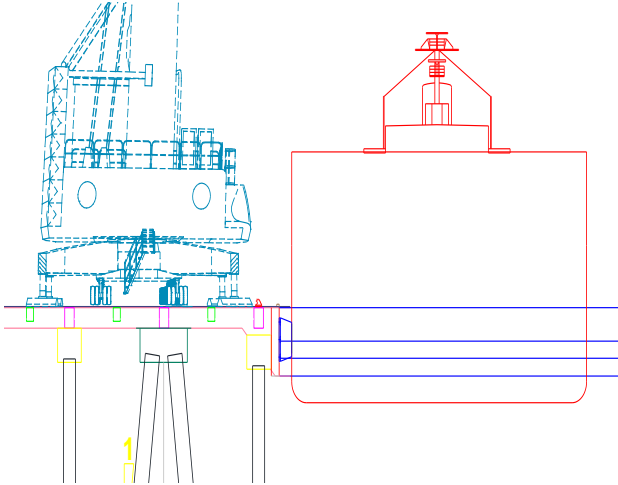
Kondisi kapal penuh dan kosong pada saat elevasi air terendah (LWS)



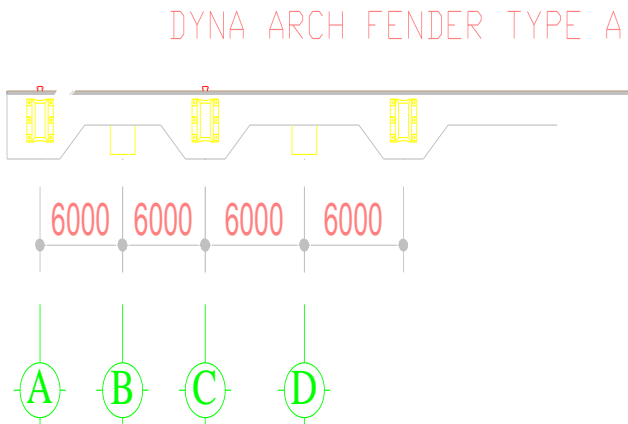
**Gambar 4. 11** Posisi Kapal saat LWS

Kondisi II :

Kondisi kapal penuh dan kosong pada saat elevasi air tertinggi (HWS)



**Gambar 4. 12** Posisi Kapal saat HWS



**Gambar 4. 13** Pemasangan Fender Arah horizontal

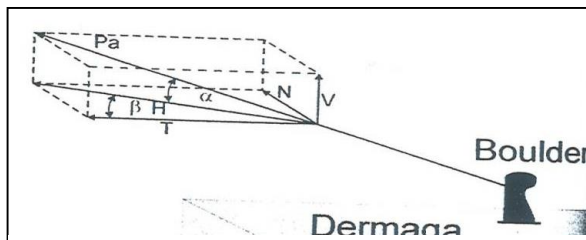
## 2. Beban Tarikan Kapal

Beban tarikan kapal disebabkan oleh gaya tarik kapal karna bobot kapal atau karna angin dan arus. Gaya yang terbesar akan diambil sebagai gaya horizontal dermaga dan juga digunakan dalam perencanaan boulder.

- **Gaya Tarikan Kapal**

Kapal terbesar yang direncanakan merapat pada dermaga Dumai ini adalah 10000 DWT. Berdasarkan Standart Design Criteria for Port in Japan 1991, boulder yang harus disediakan agar mampu melayani kapal tersebut adalah bollard dengan kekuatan 30 ton.

Agar diperoleh gaya-gaya dalam kondisi kritis, maka diambil sudut yang terjadi untuk  $\alpha$  dan  $\beta$  sebesar  $45^\circ$ . Besarnya komponen-komponen gaya adalah sebagai berikut :



**Gambar 4. 14** Gaya yang Bekerja pada Boulder

$V = Pa \sin \alpha$	$= 30 \sin 45^\circ$	$= 21.21 \text{ ton}$
$H = Pa \cos \alpha$	$= 30 \cos 45^\circ$	$= 21.21 \text{ ton}$
$T = H \cos \beta$	$= 21.21 \cos 45^\circ$	$= 15 \text{ ton}$
$N = H \sin \beta$	$= 21.21 \sin 45^\circ$	$= 15 \text{ ton}$

V : Nilai V digunakan untuk menghitung agar boulder tidak sampai tercabut.

T : Nilai T digunakan untuk menghitung besarnya momen yang bekerja.

N : Nilai N digunakan untuk menghitung besarnya tarikan pada boulder.

H : Nilai H digunakan untuk menghitung besarnya tarikan pada boulder.

Dari komponen-komponen gaya tersebut, dipilih nilai  $H = 21.21$  ton untuk perencanaan boulder. Gaya tersebut harus dibandingkan dengan gaya tarik kapal akibat tekanan arus dan angin, kemudian dipilih yang terbesar untuk perencanaan boulder. Berikut ini perhitungan gaya tarikan kapal akibat arus dan angin.

- **Gaya Tarik Akibat Arus**

Dalam menghitung tekanan arus digunakan persamaan berikut :

$$P_c = C_c \cdot \gamma_c \cdot A_c \cdot V_c^2 / 2g$$

Dimana :

$P_c$  = tekanan arus pada kapal yang bertambat  
(ton)

$\gamma_c$  = berat jenis air laut =  $1.025 \text{ t/m}^3$

$A_c$  = luas kapal di bawah muka air ( $\text{m}^2$ )  
Dihitung pada dua kondisi, kapal penuh dan kapal kosong.

$V_c$  = kecepatan arus =  $0.26 \text{ m/s}$   
(Sumber : *Report On Design Jetty Pt. Oleochemical Sejahtera Mas Lubuk Gaung, Dumai-Indonesia, Oct 19th, 2012*)



$$\begin{aligned}
 C_c &= \text{koefisien arus} = 5.0 \rightarrow \\
 &\quad \text{Kedalaman air/draft kapal} = 9.5/8.1 > 1.1, \\
 &\quad (\text{Triadmodjo, Hal 223}) \\
 g &= 9.81 \text{ m/s}^2
 \end{aligned}$$

### Kondisi Kapal Penuh

$$\begin{aligned}
 D &= \text{Tinggi kapal} - \text{Draft} = 11 - 8.1 = 2.9 \\
 A_c &= \text{Loa} \times D = 140 \times 2.9 = 406 \text{ m}^2 \\
 P_c &= 5 \times 1.025 \text{ t/m}^3 \times 406 \text{ m}^2 \times 0.26 \text{ m/s} / \\
 &\quad (2 \times 9.81 \text{ m/s}^2) \\
 &= \mathbf{7.17 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

### Kondisi Kapal Kosong

$$\begin{aligned}
 D &= \text{Tinggi kapal} - 1/3 \text{Draft} \\
 &= 11 - 1/3 \times 8.1 = 8.3 \\
 A_c &= \text{Loa} \times D = 140 \times 8.3 = 1162 \text{ m}^2 \\
 P_c &= 5 \times 1.025 \text{ t/m}^3 \times 1162 \text{ m}^2 \times 0.26 \text{ m/s} / \\
 &\quad (2 \times 9.81 \text{ m/s}^2) \\
 &= \mathbf{20.52 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh gaya tarik terbesar akibat arus adalah : 20.52 ton. Gaya tersebut disebabkan oleh arus dengan arah sejajar sumbu memanjang kapal, maka gaya tersebut akan ditahan oleh 2 boulder, sehingga gaya akibat arus adalah **10.62 ton**.

- **Gaya Tarik Akibat Angin**

Dalam menghitung tekanan angin digunakan persamaan berikut :

$$P_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_w \cdot V_w^2 (A_w \cos^2 \theta + B_w \sin^2 \theta)$$

(Standart Design Criteria for Port in Indonesia 1984, Hal 11)

Dimana :

$P_w$  = tekanan angin pada kapal yang bertambat

$C_w$  = koef. tekanan angin = 1.135

(tegak lurus sumbu memanjang kapal)

$A_w$  = luasan proyeksi arah memanjang di atas air  
( $m^2$ )

$B_w$  = luasan arah muka kapal di atas air ( $m^2$ )

$\theta$  = sudut arah datang angin terhadap sumbu  
memanjang kapal =  $90^\circ$

$V_w$  = 33 m/s

$\rho_w$  = *air density* = 0.123 kg.sec<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

### **Kondisi Kapal Penuh**

$$A_w = (H - D) \times B = (11 - 8.1) \times 18.7 = 54.23 \text{ m}^2$$

$$B_w = (H - D) \times L_{oa} = (11 - 8.1) \times 140 = 406 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} \times 0.123 \times 1.135 \times 10^2 \times \\ &\quad (54.23 \cos^2 90^\circ + 406 \sin^2 90^\circ) \\ &= \mathbf{2.83 \text{ ton}} \end{aligned}$$

### **Kondisi Kapal Kosong**

$$A_w = (H - 1/3D) \times B = (11 - 2.7) \times 18.7 = 149.4 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} B_w &= (H - 1/3D) \times L_{oa} \\ &= (11 - 2.7) \times 140 = 1162 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_w &= \frac{1}{2} \times 0.123 \times 1.135 \times 33^2 \times \\ &\quad (149.4 \cos^2 90^\circ + 1162 \sin^2 90^\circ) \\ &= \mathbf{18.25 \text{ ton}} \end{aligned}$$

Sehingga diperoleh gaya tarik terbesar akibat angin adalah :18.85 ton. Gaya tersebut disebabkan oleh angin dengan arah tegak lurus sumbu memanjang kapal, maka

gaya tersebut akan ditahan oleh 2 boulder, sehingga gaya akibat angin adalah **9.125 ton**.

Kapal	Gaya Boulder	Gaya Arus	Gaya Angin
10000 DWT	21.21 ton	10.26 ton	9.125 ton

Kesimpulan :

Gaya terbesar yang terjadi adalah akibat angin. Maka tarik boulder yang digunakan : 21.21 ton.

### **Perencanaan Boulder**

Spesifikasi boulder :

Untuk perencanaan pelat dengan baja mutu BJ50 dan baut BJ52, dengan masing-masing spesifikasi sebagai berikut :

- Tebal pelat boulder = 5 cm

- Ø baut = 2.5 cm

Berdasarkan tabel 1 PPBBI, didapat bahwa Tegangan dasar ( $\sigma_d$ ) baja BJ52 = 2400 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga tegangan ijin pada sambungan baut yang disyaratkan menurut pasal 8.2.1 PPBBI adalah sebagai berikut :

Tegangan geser ijin,

$$\tau = 0.6 \sigma_d = 0.6 \times 2400 = 1440 \text{ kg/cm}^2.$$

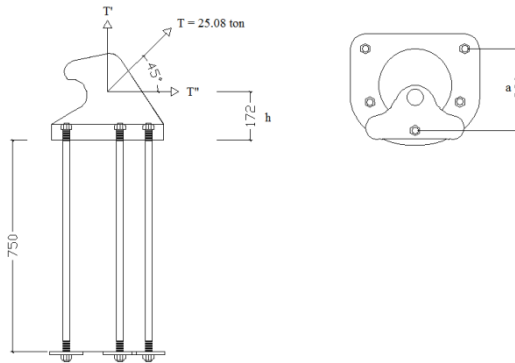
Tegangan tarik ijin,

$$\sigma_{ta} = 0.7 \sigma_d = 0.7 \times 2400 = 1680 \text{ kg/cm}^2.$$

Tegangan tumpu ijin,

$$\sigma_{tu} = 1.5 \sigma_d = 1.5 \times 2400 = 3600 \text{ kg/cm}^2.$$

### Kontrol Kekuatan Baut



**Gambar 4. 15** Gambar Bollard

Gaya tarik terbesar yang terjadi ( $T$ ) adalah sebesar 21.21 ton. Sehingga:

$$\begin{aligned} T' &= T \sin 45^\circ \\ &= 21.21 \times \sin 45^\circ \\ &= 18.05 \text{ ton} \\ T'' &= T \cos 45^\circ \\ &= 21.21 \times \cos 45^\circ \\ &= 11.14 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Baut akibat Gaya Horizontal :

$$R_H = T'' / 5 = 11.14 / 5 = 2.228 \text{ ton}$$

Gaya  $T''$  akan menyebabkan terjadinya momen sebesar:

$$\begin{aligned} M &= T'' \times h = 2.228 \times 0.172 \text{ m} \\ &= 0.3832 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Baut akibat Gaya Vertikal :

Gaya  $T'$  akan ditahan oleh 5 buah baut, sehingga;

$$R_{t1} = T' / 5 = 18.05 / 5 = 3.61 \text{ ton}$$

$$Rt\ 2 = \frac{M}{2a} = \frac{0.3832}{2 \times 0.290} = 0.6609 \text{ ton}$$

Sehingga;

$$R_v = R_{t1} + R_{t2} = 4.2709 \text{ ton}$$

$$\sigma_v = \frac{R_v}{A} = \frac{4.2709 \times 10^3}{\frac{1}{4}\pi \times 2.5^2} = \frac{4.2709 \times 10^3}{4.906} = 870.546 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_v = 870.546 < \sigma \text{ ijin} = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = \frac{R_H}{A} = \frac{2.228 \times 10^3}{\frac{1}{4}\pi \times 2.5^2} = \frac{2.228 \times 10^3}{4.906} = 454.138 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau = 454.138 < \tau \text{ ijin} = 1440 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_v^2 + 3\tau^2} = \sqrt{870.546^2 + 3(454.138)^2} = 1173.275 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < \sigma \text{ ijin} = 1680 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Penjangkaran boulder:

$$\text{Panjang angker, } L_{dh} = 75 \text{ cm}$$

$$\text{Dia angker, } d_{\text{angk}} = 2.5 \text{ cm}$$

$$\text{Mutu beton, } \sigma'_{bk} = 30 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Mutu baja BJ52, } \sigma_i &= 360 - (10\% \times 360) \text{ MPa} \\ &= 324 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Tegangan ijin beton K300 berdasarkan tabel 10.4.2.PBI 1971 :

$$\sigma'_{b \text{ ijin}} = 0.48 \sqrt{\sigma'_b} = 0.48 \sqrt{300} = 8.3138 \text{ kg/cm}^2$$

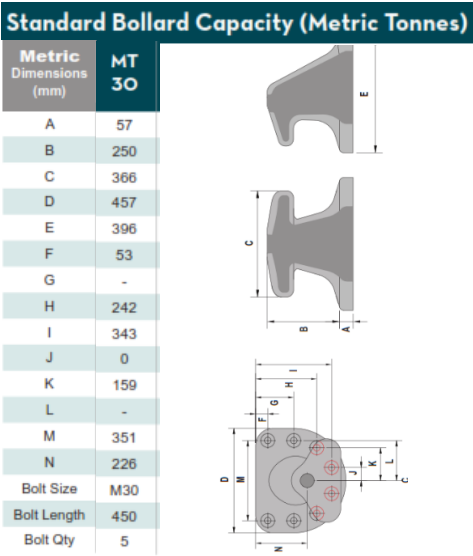
Kekuatan tarik 1 baut adalah :

$$\begin{aligned} T &= \text{Keliling baut} \times L_{dh} \times \sigma'_b \\ &= \pi (2.5) \times 75 \times 8.3138 \\ &= 4894.75 \text{ kg} > R \text{ terjadi} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

Gaya terbesar yang terjadi adalah akibat angin. Maka tarik boulder yang digunakan : 21.21 ton.

Berdasarkan perhitungan diatas maka digunakan angkur sesuai dengan spesifikasi dari *Maritime International MT- 30*



**Gambar 4. 16** Data Bollard

### 3. Beban Gempa

Beban gempa yang bekerja pada struktur dermaga dihitung secara dinamis dengan menggunakan respon spektrum menurut SNI 2833-2013.

#### - Kelas Situs

Klasifikasi situs ditentukan untuk lapisan setebal 30 m sesuai dengan yang didasarkan pada korelasi dengan hasil penyelidikan tanah lapangan dan laboratorium. Berikut disajikan data tanah proyek pembangunan dermaga Lubukgaung.

**Tabel 4. 10** Data Tanah

Depth (m)	Th (m)	N-SPT	N Th / NSPT	$\Sigma N$	$N = 40 / \Sigma N$
1	0	0	0		
1,5	0,5	0	0,0000		
2	0,5	3	0,1667		
2,5	0,5	3	0,1667		
3	0,5	3	0,1667		
3,5	0,5	3,5	0,1429		
4	0,5	4	0,1250		
4,5	0,5	4	0,1250		
5	0,5	4	0,1250		
5,5	0,5	4,5	0,1111		
6	0,5	5	0,1000		
6,5	0,5	6,5	0,0769		
7	0,5	8	0,0625		
7,5	0,5	9,5	0,0526		
8	0,5	11	0,0455		
8,5	0,5	11,5	0,0435		
9	0,5	12	0,0417		
9,5	0,5	13	0,0385		
10	0,5	14	0,0357		
10,5	0,5	14,5	0,0345		
11	0,5	15	0,0333		
11,5	0,5	15,5	0,0323		
12	0,5	16	0,0313		

12,5	0,5	15	0,0333	3,2554	12,29
13	0,5	14	0,0357		
13,5	0,5	13	0,0385		
14	0,5	12	0,0417		
14,5	0,5	12,5	0,0400		
15	0,5	13	0,0385		
15,5	0,5	14	0,0357		
16	0,5	15	0,0333		
16,5	0,5	16	0,0313		
17	0,5	17	0,0294		
17,5	0,5	17,5	0,0286		
18	0,5	18	0,0278		
18,5	0,5	18,5	0,0270		
19	0,5	19	0,0263		
19,5	0,5	19,5	0,0256		
20	0,5	20	0,0250		
20,5	0,5	18,5	0,0270		
21	0,5	17	0,0294		
21,5	0,5	16	0,0313		
22	0,5	15	0,0333		
22,5	0,5	16	0,0313		
23	0,5	17	0,0294		
23,5	0,5	17,5	0,0286		
24	0,5	18	0,0278		
24,5	0,5	18	0,0278		
25	0,5	18	0,0278		
25,5	0,5	18,5	0,0270		
26	0,5	19	0,0263		
26,5	0,5	19	0,0263		
27	0,5	19	0,0263		
27,5	0,5	18,5	0,0270		
28	0,5	18	0,0278		
28,5	0,5	18,5	0,0270		
29	0,5	19	0,0263		
29,5	0,5	19,5	0,0256		
30	0,5	20	0,0250		

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh nilai N SPT rata-rata < 10, maka tanah termasuk ke dalam kelas situs **Tanah Lunak** (Tabel 2 SNI 2833-2013).



- **Faktor Situs dan Parameter Gempa Lainnya**

- a. **PGA** (Percepatan puncak batuan dasar) : 0.25  
(Gambar 2.7)
- b. **S<sub>S</sub>** (Parameter respon spectra percepatan gempa untuk periode pendek  $T = 0.2$  detik : 0.2  
(Gambar 2.8)
- c. **S<sub>1</sub>** (Parameter respon spectra percepatan gempa untuk periode 1 detik : 0.2  
(Gambar 2.9)
- d. **F<sub>a</sub>** (Faktor amplikasi periode pendek) : 1.7 (Tabel 3 SNI 2833-2013)
- e. **F<sub>PGA</sub>** (Faktor amplikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode nol detik) : 1.7 (Tabel 3 SNI 2833-2013)
- f. **F<sub>v</sub>** (Faktor amplikasi untuk periode 1 detik) : 3.2  
(Tabel 4 SNI 2833-2013)
- g. **S<sub>DS</sub>** (Nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek 0.2 detik) :  

$$S_{DS} = F_a \times S_S = 1.7 \times 0.4 = 0.68$$
- h. **S<sub>D1</sub>** (Nilai spectra permukaan tanah pada periode pendek 1 detik) :  

$$S_{D1} = F_v \times S_1 = 3.2 \times 0.2 = 0.35$$
- i. **A<sub>s</sub>** =  $F_{PGA} \times PGA = 1.7 \times 0.25 = 0.425$
- j. **I** (*Importance Factor*) : 1 (Standard design criteria for port in Indonesia 1984, Tabel 5.5)
- k. **R** (Faktor modifikasi respon) : 4 (pasal 5.9.3.2. SNI 2833-2013)
- l. Scale Factor :  $I/R \times g = 1/4 \times 9.8 = 2.45$

- **Koefisien Respons Gempa Elastik**

$$T_s = S_{D1} / S_{DS} = 0.35 / 0.68 = 0.94$$

$$T_0 = 0.2 \times T_s = 0.2 \times 0.94 = 0.19$$

Untuk  $T < T_0$ , spectrum respon percepatan desain :

$$C_{SM} = (S_{DS} - A_s) T/T_0 + A_s = 0.425$$

Untuk  $T \geq T_0$  dan  $< T_s$ , spectrum respon percepatan desain :  $C_{SM} = S_{DS}$

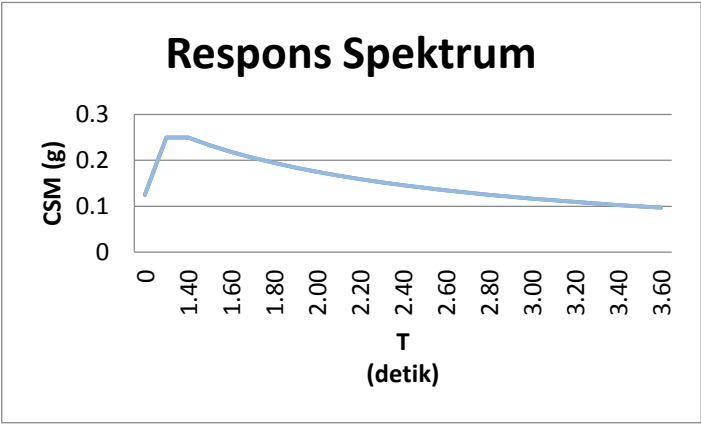
Untuk  $T > T_s$ , spectrum respon percepatan desain :

$$C_{SM} = S_{D1} / T$$

Berikut disajikan tabel respon spektrum untuk gempa wilayah 3 dengan type tanah lunak :

**Tabel 4. 11** Respon Spektrum Wilayah Gempa 3

T	T (detik)	C <sub>SM</sub> (g)
0	0	0,425
T <sub>0</sub>	0,19	0,680
T <sub>s</sub>	0,94	0,680
T <sub>s</sub> +0.1	1,04	0,615
T <sub>s</sub> +0.1	1,14	0,561
T <sub>s</sub> +0.1	1,24	0,516
T <sub>s</sub> +0.1	1,34	0,477
T <sub>s</sub> +0.1	1,44	0,444
T <sub>s</sub> +0.1	1,54	0,415
T <sub>s</sub> +0.1	1,64	0,390
T <sub>s</sub> +0.1	1,74	0,368
T <sub>s</sub> +0.1	1,84	0,348
T <sub>s</sub> +0.1	1,94	0,330
T <sub>s</sub> +0.1	2,04	0,314
T <sub>s</sub> +0.1	2,14	0,299
T <sub>s</sub> +0.1	2,24	0,286
T <sub>s</sub> +0.1	2,34	0,273
T <sub>s</sub> +0.1	2,44	0,262
T <sub>s</sub> +0.1	2,54	0,252
T <sub>s</sub> +0.1	2,64	0,242
T <sub>s</sub> +0.1	2,74	0,233
T <sub>s</sub> +0.1	2,84	0,225
T <sub>s</sub> +0.1	2,94	0,218
T <sub>s</sub> +0.1	3,04	0,210
T <sub>s</sub> +0.1	3,14	0,204



Gambar 4. 17 Grafik Respons Spektrum

## **BAB V**

### **ANALISA STRUKTUR**

#### **5.1. Analisa Struktur**

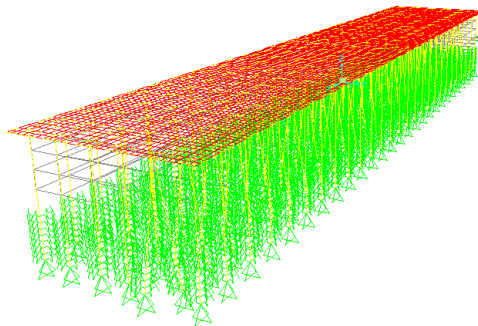
Analisa struktur yang dilakukan pada tugas akhir ini meliputi analisa plat lantai, balok, dan tiang baik pada struktur dermaga maupun trestle.

##### **5.7.1 Model Struktur Dermaga dan Trestle**

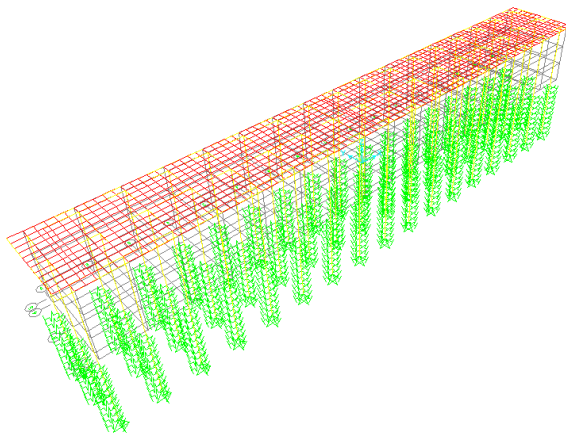
Struktur dermaga dan trestle dianalisa menggunakan program SAP 2000 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja.

Beban yang bekerja pada konstruksi dermaga dan trestle meliputi beban aspal, berat sendiri fender, UDL, beban hujan, LHM Crane, beban truk, beban tumbukan kapal, beban tarikan kapal, dan beban gempa.

Berikut ini disajikan model struktur dermaga dan trestle yang dianalisa menggunakan program SAP 2000.



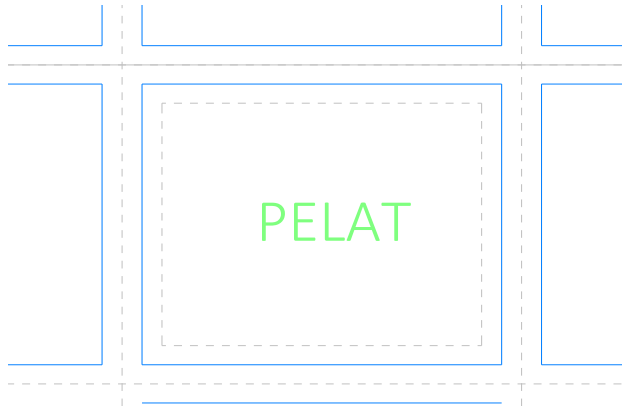
**Gambar 5. 1 Model Struktur Dermaga**



**Gambar 5. 2** Model Struktur Trestle

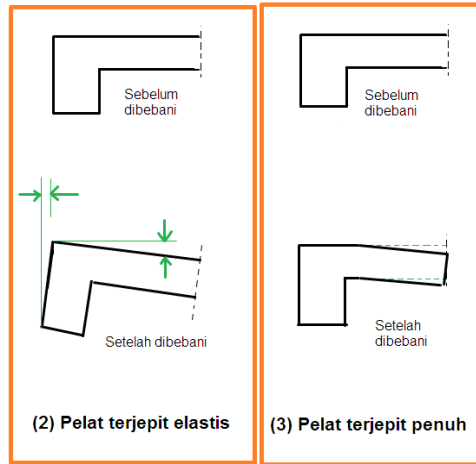
### 6.7.1 Model Struktur Plat

Analisis struktur plat menggunakan program SAP 2000 dan dimodelkan sebagai shell untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada plat.



**Gambar 5. 3** Type Plat Dermaga

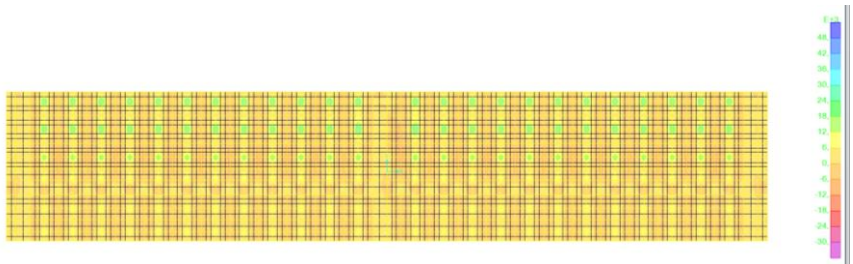
Dalam perhitungan momen plat dermaga, asumsi plat sebagai plat lentur dan dianggap terjepit penuh dengan balok pada keempat sisinya. Dikatakan jepit penuh bila tumpuan mampu mencegah plat berotasi dan relatif sangat kaku terhadap momen puntir. Bila balok tepi tidak cukup kuat untuk mencegah rotasi sama sekali, maka plat dikatakan terjepit sebagian atau jepit elastis. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



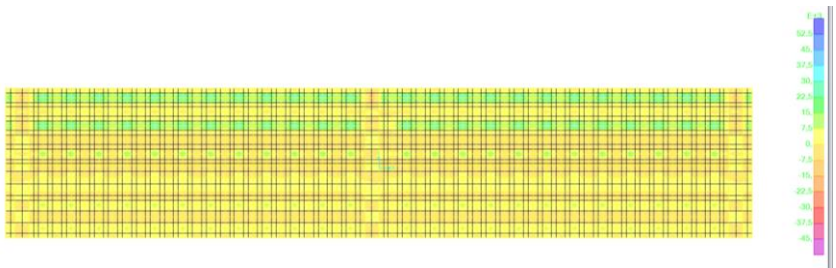
**Gambar 5. 4** tipe Tumpuan Plat Tepi

Dalam analisa struktur plat, beban yang bekerja ialah beban mati merata, beban hidup, beban LHM Crane, dan beban truk dengan perlakuan beban-beban yang bekerja pada plat dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini. Sedangkan output dari analisa struktur plat dengan program SAP 2000 disajikan dalam bentuk gambar kontur momen plat berikut ini.

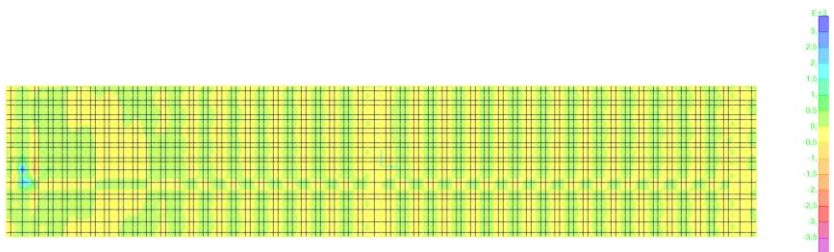




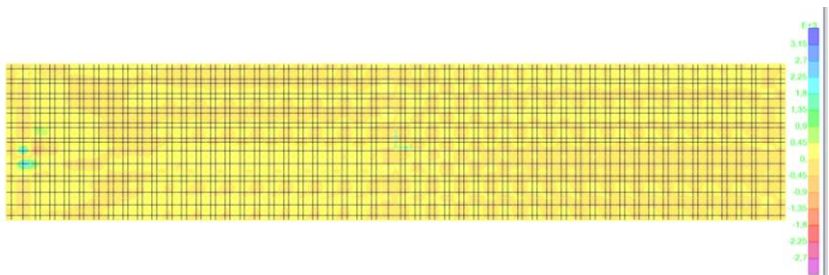
**Gambar 5. 5** Kontur momen plat akibat beban mati merata  $M_{11}$



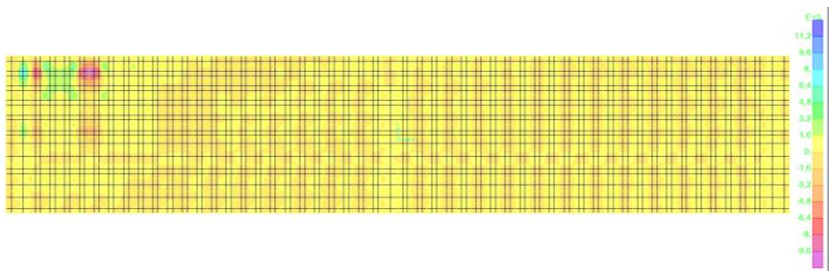
**Gambar 5. 6** Kontur momen plat akibat beban mati merata  $M_{22}$



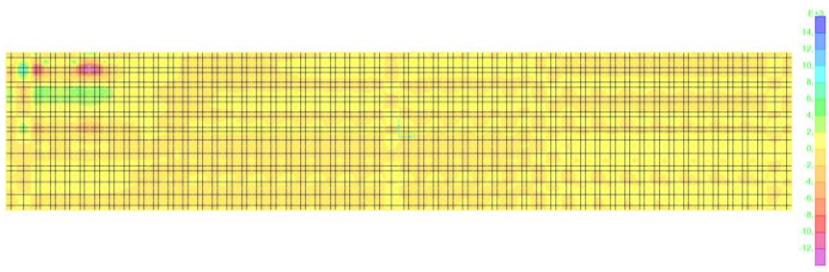
**Gambar 5. 7** Kontur momen plat akibat beban truk  $M_{11}$



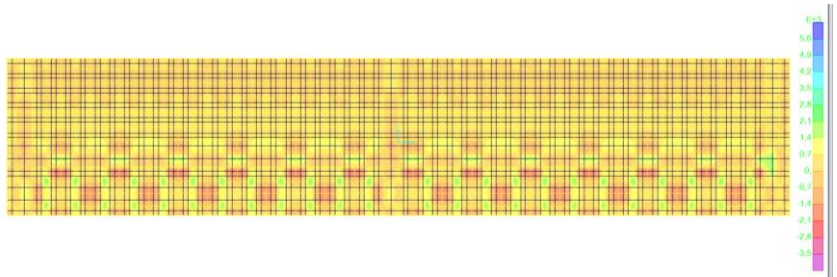
**Gambar 5. 8** Kontur momen plat akibat beban truk M22\



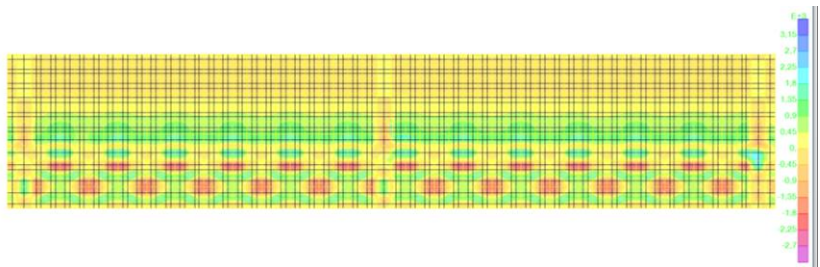
**Gambar 5. 9** Kontur momen plat akibat beban LHM Crane 2  
M11



**Gambar 5. 10** Kontur momen plat akibat beban LHM Crane 2  
M22



**Gambar 5. 11** Kontur momen plat akibat beban hidup merata  
 $M_{11}$



**Gambar 5. 12** Kontur momen plat akibat beban hidup merata  
 $M_{22}$

## 5.2. Perencanaan Plat

### 5.7.1 Penulangan Plat Dermaga

#### 6.7.1 Kontrol Lendutan Plat

Kontrol lendutan pada plat dihitung dengan mengatur dimensi dari plat yang terdiri dari lendutan sesaat dan lendutan jangka panjang.

Penulangan plat dermaga dapat dihitung menggunakan persamaan ...., dengan mengambil gaya momen dari kombinasi beban yang dinalisa dengan SAP2000.

$$F_c' = 35 \text{ MPa}$$

$$F_{yt} = 390 \text{ MPa}$$

$$F_{yv} = 240 \text{ MPa}$$

$$T_b = 500 \text{ mm}$$

$$d' = 70 \text{ mm}$$

$$M_x = 479.830.770 \text{ N.mm/m}$$

$$M_{n_x} = \frac{479.830.770 \text{ N.mm/m}}{0,8}$$

$$M_{n_x} (\text{perlu}) = 599.788.462,5 \text{ N.mm/m}$$

$$M_y = 582.377.320 \text{ N.mm/m}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ny} \text{ (perlu)} &= \frac{582.377.320 \text{ N.mm/m}}{0,8} \\
 M_{ny} &= 727.971.6650 \\
 \text{N.mm/m}
 \end{aligned}$$

Rencana tulangan Mx = D25 - 100

$$As \text{ Tulangan} = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 = 490,87 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 As \text{ Pakai } 25 - 100 &= As \text{ Tulangan} \cdot \frac{1000}{s} \\
 &= 4.908,7 \text{ mm}^2/\text{m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T &= As \text{ Pakai} \cdot f_y \\
 &= 4.908,7 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 390 \text{ MPa} \\
 &= 1.595.340 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \left( \frac{T}{0,85 \cdot f_c' \cdot 1000} \right) \\
 &= \left( \frac{1.595.340 \text{ N}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 1000 \text{ mm}} \right) \\
 &= 53.6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Cek kemampuan nominal arah x

$$M_{nx} \text{ (pakai)} = T \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \cdot 0,8$$

$$0,8 = 1.595.340N \cdot \left(417,5 \text{ mm} - \frac{53,6}{2}\right) \cdot$$

$$= 623.279.503,9 \text{ N.mm/m}$$

$$Mn_x (\text{pakai}) > Mn_x (\text{perlu})$$

$$623.279.503,9 \text{ N.mm/m} > 599.788.462,5 \text{ N.mm/m}$$

Rencana tulangan  $M_y = D25-90$

$$As \text{ Tulangan} = 0,25 \cdot \pi \cdot 25^2 = 490,87 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ Pakai } D25 - 90 = As \text{ Tulangan} \cdot \frac{1000}{s}$$

$$= 5.454,2 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$T = As \text{ Pakai} \cdot f_y$$

$$= 5.454,2 \text{ mm}^2/\text{m} \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$= 2.127.120 \text{ N}$$

$$a = \left( \frac{T}{0,85 \cdot f_c' \cdot 1000} \right)$$

$$= \left( \frac{2.127.120 \text{ N}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 1000 \text{ mm}} \right)$$

$$= 71,5 \text{ mm}$$

Cek kemampuan nominal arah y

$$\begin{aligned}
 M_{n_y}(\text{pakai}) &= T \cdot \left( d - \frac{a}{2} \right) \cdot 0,8 \\
 &= 2.127.120 \text{ N} \cdot \left( 392,5 \text{ mm} - \frac{71,5 \text{ mm}}{2} \right) \cdot 0,8 \\
 &= 758.850.247,1 \text{ N} \cdot \text{mm}/m
 \end{aligned}$$

$$M_{n_y}(\text{pakai}) > M_{n_y}(\text{perlu})$$

$$758.850.247,1 \text{ N} \cdot \text{mm}/m > 727.971.650 \text{ N} \cdot \text{mm}/m$$

**Tabel 5. 1** Kebutuhan Tulangan Pelat Dermaga

DERMAGA					
PELAT	500mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D22	150	D22	150
	T. LAPANGAN	D22	150	D22	150
PELAT	350mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D22	150	D22	150
	T. LAPANGAN	D22	150	D22	150

**Tabel 5. 2** Kebutuhan Tulangan Pelat Trestle

TRESTLE					
PELAT	350mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D22	180	D22	180
	T. LAPANGAN	D22	90	D22	110

### 5.3. Perencanaan Balok

#### 5.7.1 Penulangan Balok Dermaga

Berikut ini akan diuraikan cara perhitungan kebetulan tulangan lentur, tulangan geser maupun tulangan torsi pada balok melintang dermaga dengan menggunakan hasil output SAP 2000 diperoleh output balok melintang 6m sebagai berikut :

$$Mu_{Lap} = -1936933522 \text{ N-mm}$$

$$Mu_{Lap} = 2156963262 \text{ N-mm}$$



$$Mu_{Tum} = -4920201463 \text{ N-mm}$$

$$Mu_{Tum} = 2739014076 \text{ N-mm}$$

$$T = 800558824 \text{ N-mm}$$

$$V2_{Lap} = 1305220,7 \text{ N}$$

$$V2_{Tum} = -1745173 \text{ N}$$

### Penulangan Lentur Balok Dermaga

Diketahui data rencana sebagai berikut :

$F_c'$	= 35 MPa	BJ	= 2400 Kg/m <sup>3</sup>
td	= 70 mm	$F_y$	= 240 MPa
b	= 1000 mm	$F_y$	= 390 MPa
h	= 1300 mm	$\phi L_{ntr}$	= 0,8
L	= 6000 mm	$\phi L_{ntr}$	= 25 mm
$\phi G_{sr}$	= 0,75	$\beta$	= 0,85
$\phi G_{sr}$	= 13 mm		

Momen (M33) dari output SAP sebagai berikut :

$$Mu_{Lap} = -1936933522 \text{ N-mm}$$

$$Mu_{Lap} = 2156963262 \text{ N-mm}$$

$$Mu_{Tum} = -4920201463 \text{ N-mm}$$

$$Mu_{Tum} = 2739014076 \text{ N-mm}$$

**Tulangan Tarik Tumpuan**

$$M_n = \frac{-1936933522 \text{ N-mm}}{0,8}$$

$$M_n = 2696204077,50 \text{ N-mm}$$

$$d = 1300\text{mm} - 70\text{mm} - \frac{29 \text{ mm}}{2} - 13\text{mm}$$

$$d = 1202,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1/4 \cdot \pi \cdot 29^2 \cdot 13$$

$$A_s = 5944,68 \text{ mm}^2$$

$$T = 5944,68 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$T = 2318424,69 \text{ N}$$

$$a = \frac{2318424,69 \text{ N}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 1000\text{mm}}$$

$$a = 77,93025 \text{ mm}$$

$$M_{n_t} = 2318424,69 \text{ N} \cdot 1202,5 \text{ mm} - \frac{77,93025 \text{ mm}}{2}$$

$$M_{n_t} = 2697567994,35 \text{ N-mm}$$

$2696204077,50 \text{ N-mm} < 2697567994,35 \text{ N-mm} \rightarrow$   
(OK)

### Tulangan Tarik Lapangan

$$M_n = \frac{746.126.709 \text{ N-mm}}{0,8}$$

$$M_n = 932.658.386,25 \text{ N-mm}$$

$$d = 900 \text{ mm} - 70\text{mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} - 13\text{mm}$$

$$d = 804,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1/4 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 7$$

$$A_s = 3.436,12 \text{ mm}^2$$

$$T = 3.436,12 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$T = 1.340.085,62 \text{ N}$$

$$a = \frac{1.340.085,62 \text{ N}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 600\text{mm}}$$

$$a = 75,075 \text{ mm}$$

$$M_{n_t} = 1.340.085,62 \text{ N} \cdot 804,5 \text{ mm} - \frac{75,075 \text{ mm}}{2}$$

$$M_{n_t} = 1.027.795.532,12 \text{ N-mm}$$

$$1.027.795.532,12 \text{ N-mm} > 932.658.386,25 \text{ N-mm} \rightarrow \text{(OK)}$$

### Tulangan Tekan Lapangan

$$M_n = \frac{-253.780.058,0 \text{ N-mm}}{0,8}$$

$$M_n = 317.225.072,50 \text{ N-mm}$$

$$d = 900 \text{ mm} - 70\text{mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} - 13\text{mm}$$

$$d = 804.5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1/4 \cdot \pi \cdot 25 \cdot 7$$

$$A_s = 1.472,62 \text{ mm}^2$$

$$T = 1.472,62 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$T = 574.322,41 \text{ N}$$

$$a = \frac{574.322,41 \text{ N}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPa} \cdot 600\text{mm}}$$

$$a = 32,175 \text{ mm}$$

$$M_{n_t} = 574.322,41 \text{ N} \cdot 804,04 \text{ mm} - \frac{32,175 \text{ mm}}{2}$$

$$M_{n_t} = 452.802.986,30 \text{ N-mm}$$

452.802.986,30 N-mm > 317.225.072,50 N-mm →  
(OK)

### Tulangan Tekan Tumpuan

$$M_n = \frac{373.325.801 \text{ N-mm}}{0,8}$$

$$M_n = 466.657.251,25 \text{ N-mm}$$

$$d = 900\text{mm} - 70\text{mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} - 13\text{mm}$$

$$d = 804,5 \text{ mm}$$

$$A_s = 1/4 \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 4$$

$$A_s = 1.963,49\text{mm}^2$$

$$T = 1.963,49 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa}$$

$$T = 765.763,21 \text{ N}$$

$$a = \frac{765.763,21 \text{ N}}{0,85 \cdot 35 \text{ MPa} \cdot 600\text{mm}}$$

$$a = 42,9 \text{ mm}$$

$$M_{n_t} = 765.763,21 \text{ N} \cdot 804,5 \text{ mm} - \frac{42,9 \text{ mm}}{2}$$

$$M_{n_t} = 599.630.919,46 \text{ N-mm}$$

$$599.630.919,46 \text{ N-mm} > 466.657.251,25 \text{ N-mm} \rightarrow \text{(OK)}$$

### Tulangan Torsi Balok Melintang Dermaga

Diketahui data rencana sebagai berikut :

$F_c'$	= 35 MPa	BJ	= 2400 Kg/m <sup>3</sup>
td	= 70 mm	Fy	= 240 MPa
b	= 600 mm	Fy	= 390 MPa
h	= 900 mm	$\phi$ L <sub>ntr</sub>	= 0,8
L	= 6000 mm	$\phi$ L <sub>ntr</sub>	= 25 mm
$\phi$ G <sub>sr</sub>	= 0,75	$\beta$	= 0,85
$\phi$ G <sub>sr</sub>	= 13 mm		

Sehingga :

$$T_U = 160.341.775 \text{ N-mm}$$

$$T_N = \frac{160.341.775 \text{ N-mm}}{0,75}$$

$$T_N = 213.789.033,3 \text{ N-mm}$$

$$A_{CP} = 900 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm}$$

$$A_{CP} = 540.000 \text{ mm}^2$$

$$P_{CP} = 2 \cdot (900 \text{ mm} + 600 \text{ mm})$$

$$P_{CP} = 3000 \text{ mm}$$

$$\phi \cdot \frac{\sqrt{35 \text{ MPa}}}{12} \cdot \left( \frac{(540.000 \text{ mm}^2)^2}{3000 \text{ mm}} \right) = 35.940.184,7 \text{ N-mm}$$

213.789.033,3 N-mm > 35.940.184,7 N-mm →  
(Perlu Tulangan Torsi)

$$A_{OH} = [600 \text{ mm} - 2 \cdot 70 \text{ mm}] \cdot [900 \text{ mm} - 2 \cdot 70 \text{ mm}]$$

$$A_{OH} = 349.600 \text{ mm}^2$$

$$A_O = A_{OH} \cdot \varphi$$

$$A_O = 297.160 \text{ mm}^2$$

$$d = 900 \text{ mm} - 70 \text{ mm} - \cot \frac{25 \text{ mm}}{2} - 13 \text{ mm}$$

$$d = 804,5 \text{ mm}$$

$$P_H = 2 \cdot \left[ 600 \text{ mm} - \left( (2 \cdot 70 \text{ mm}) + \frac{\emptyset 13}{2} \right) \right] \cdot \left[ b \text{ mm} - \left( (900 \cdot 70 \text{ mm}) + \frac{\emptyset 13}{2} \right) \right]$$

$$P_H = 2.440 \text{ mm}$$

$$V_C = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 600 \text{ mm} \cdot 804,5 \text{ mm}$$

$$V_C = 475.948,62 \text{ N}$$

Karena diperlukan tulangan torsi, maka :

$$\frac{A_t}{S} = \frac{213.789.033,3 \text{ N-mm}}{2 \cdot 297.160 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ MPa} \cdot \cot 45^\circ}$$

$$\frac{A_t}{S} = 0,92236 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$A_1 = 0,92236 \text{ mm}^2/\text{mm} \cdot 2440 \text{ mm} \cdot \left( \frac{390 \text{ MPa}}{390 \text{ MPa}} \right) \cot^2 45^\circ$$

$$A_1 = 1.384,96 \text{ mm}^2$$

$$A_{1,\min} = \frac{5 \cdot \sqrt{35 \text{ MPa}} \cdot 540.000 \text{ mm}^2}{12 \cdot 390 \text{ MPa}} - 0,92236 \text{ mm}^2/\text{mm} \cdot 2.440 \cdot \left( \frac{390 \text{ MPa}}{390 \text{ MPa}} \right)$$

$$A_{1,\min} = 484,58 \text{ mm}^2$$

Karena  $A_1 > A_{1,\min}$ , maka dipakai  $A_1$

$$A_{1,\text{pakai}} = 1.384,96 \text{ mm}^2$$

Penyebaran torsi meliputi 4 tulangan longitudinal, dan kombinasi torsi dan geser yang ditahan oleh sengkang yang hitungannya ada di perhitungan tulangan geser, rumus penyebaran torsi tulangan longitudinal adalah sebagai berikut:

$$\frac{A_1}{4} = \frac{1.384,96 \text{ mm}^2}{4}$$



$$\frac{A_1}{4} = 562,64 \text{ mm}^2$$

Jadi hanya memerlukan dua sisi

$$A_{1\text{perlu}} = 562,64 \times 2 = 1.125,68 \text{ mm}^2$$

Menggunakan 4 D19 dengan luasan 1.134,11 mm<sup>2</sup>

### **Tulangan Geser Balok Melintang Dermaga**

Diketahui data rencana sebagai berikut :

$F_c'$	= 35 MPa	BJ	= 2400 Kg/m <sup>3</sup>
td	= 70 mm	$F_y$	= 240 MPa
b	= 600 mm	$F_y$	= 390 MPa
h	= 900 mm	$\phi L_{ntr}$	= 0,8
L	= 6000 mm	$\phi L_{ntr}$	= 25 mm
$\phi G_{sr}$	= 0,75	$\beta$	= 0,85
$\phi G_{sr}$	= 13 mm		

#### **a. Daerah Tumpuan**

$$V_n = \frac{Vu}{0,75}$$

$$V_n = \frac{768.949,4 \text{ N}}{0,75} = 1.025.265.87 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{35 \text{ MPa} \cdot 600 \cdot 804,5 \text{ mm}}$$

$$V_c = 475.948.62 \text{ N}$$

$$V_{smin} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{35 \text{ MPa} \cdot 600 \cdot 804.5 \text{ mm}}$$

$$V_{smin} = 1.370 \text{ N}$$

$$V_{Sperlu} = V_n - V_c$$

$$V_{Sperlu} = 549.317,25 \text{ N}$$

$$549.317,25 > 475.948.62 \text{ N} \rightarrow \text{Dipakai } V_s \text{ Perlu}$$

Direncanakan menggunakan sengkang 4 kaki D13, maka control sengkang setelah ditambahkan dengan pengaruh torsi adalah sebagai berikut:

$$A_{v_{pasang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2 \cdot 4$$

$$A_{v_{pasang}} = 530,9 \text{ mm}^2$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{549.317,25 \text{ N}}{390 \text{ MPa} \cdot 804,5 \text{ mm}}$$

$$\frac{Av}{s} = 1,75 \text{ mm}^2$$

$$\frac{Avt}{s} = 2 \cdot \frac{At}{s} + \frac{Av}{s}$$

$$\frac{Avt}{s} = 3,5955 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$S_{perlu} = \frac{530,9 \text{ mm}^2}{3,5955 \text{ mm}^2/\text{mm}} = 147,6647 \text{ mm}$$

## b. Daerah Lapangan

$$V_n = \frac{Vu}{0,75}$$

$$V_n = \frac{438.758,7 \text{ N}}{0,75} = 585.011,64 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{35 \text{ MPa} \cdot 600 \cdot 804,5 \text{ mm}}$$

$$V_c = 475.948,62 \text{ N}$$

$$V_{s_{\min}} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{35 \text{ MPa} \cdot 600 \cdot 804,5 \text{ mm}}$$

$$V_{s_{\min}} = 1.370,1 \text{ N}$$

$$V_{s_{\text{perlu}}} = V_n - V_c$$

$$V_{s_{\text{perlu}}} = 109.063,02 \text{ N}$$

$$109.063,02 \text{ N} > 1.370,1 \text{ N} \rightarrow \text{Dipakai } V_s \text{ Perlu}$$

Direncanakan menggunakan sengkang 4 kaki D13 dengan jarak (s) = 200 mm, maka control sengkang setelah ditambahkan dengan pengaruh torsi adalah sebagai berikut:

$$A_{v_{\text{pasang}}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2 \cdot 4$$

$$A_{v_{\text{pasang}}} = 530,9 \text{ mm}^2$$

$$\frac{Av}{s} = \frac{109.063 \text{ N}}{390 \text{ MPa} \cdot 804,5 \text{ mm}}$$

$$\frac{Av}{s} = 0.35 \text{ mm}^2$$

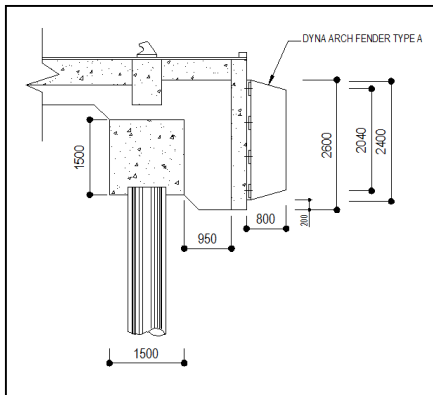
$$\frac{Avt}{s} = 2 \cdot \frac{At}{s} + \frac{Av}{s}$$

$$\frac{Avt}{s} = 2,1923 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

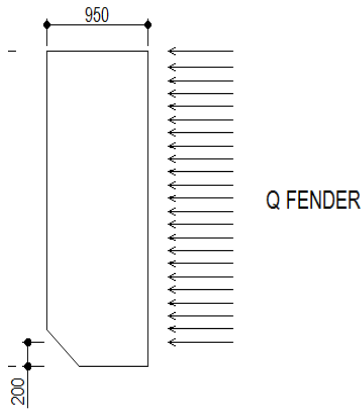
$$S_{\text{perlu}} = \frac{530,9 \text{ mm}^2}{2,1923 \text{ mm}^2/\text{mm}} = 242,18 \text{ mm}$$

$$200 \text{ mm} < 242,18 \text{ mm} \rightarrow (\text{OK})$$

#### 5.4. Perencanaan Balok Fender



**Gambar 5. 13** Detail Balok Fender



**Gambar 5. 14** Gaya pada Penumpu  
Balok Fender

Data Perencanaan :

$$b_w = 3000 \text{ mm}$$

$$h = 950 \text{ mm}$$

$$p = 80 \text{ mm}$$

$$d = h - p$$

$$= 950 - 80$$

$$= 870 \text{ mm}$$

$$a = (3000 - 200)/2$$

$$= 1400 \text{ mm}$$

$$\lambda = 1$$

$$\mu = 1.4 \lambda = 1.4$$

Dimensi Fender :

$$h = 1,9 \text{ m}$$

$$b = 0.8 \text{ m}$$

$$f_c' = 35 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.75$$

$$\text{Reaksi fender} = 29,53 \text{ ton}$$

$$= 29,53 \text{ ton} / 1,9 \text{ m}$$

$$= 15,54 \text{ ton/m'}$$

$$V_u = 2 (15,54 \times 1,9)$$

$$= 59,06 \text{ ton}$$

$$V_n = V_u / \phi = 59,06 / 0.75 = 78,75 \text{ ton}$$

Kontrol dimensi :

$$V_n \leq 0.2 \times f_c' \times b_w \times d$$

$$78,75 \times 10^4 \text{ N} < 18.270.000 \text{ N} \\ (\text{OK})$$

$$V_n \leq 5.5 \times b_w \times d$$

$$78,75 \times 10^4 \text{ N} < 14.355.000 \text{ N} \\ (\text{OK})$$

Penulangan geser :

$$\begin{aligned} A_{vf} &= V_u / (\phi \cdot f_y \cdot \mu) \\ &= 78,75 \times 10^4 / (0.75 \times 400 \times 1.4) \\ &= 1.875 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen :

$$\begin{aligned} N_{uc} &= 2 \times (0.2 V_u) = 2 \times (0.2 \times 78,75 \times 10^4) \\ &= 315000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= V_u \cdot a + N_u \cdot (h - d) \\ &= (78,75 \times 10^4 \times 1400) + (315000 \times (950 - 870)) \\ &= 1127700000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_f &= M_u / (0.85 \phi \cdot f_y \cdot d) \\ &= 1127700000 / (0.85 \times 0.75 \times 400 \times 870) \\ &= 5.083,16 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_n &= N_{u_c} / (\phi \cdot f_y) = 315000 / (0.75 \times 400) \\
 &= 1050 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Tulangan tarik :

$$A_{s1} = A_f + A_n = 6133.160 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 2/3 A_{vf} + A_n = 2300 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.04 \times f_c' / f_y \times b_w \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.04 \times 35/400 \times 3000 \times 870$$

$$A_{s \text{ min}} = 9135 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $A_s = 9135 \text{ mm}^2$

Tulangan terpasang : **20 D25**

$$A_s \text{ terpasang} = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 25^2 \times 20 = 9812.5 \text{ mm}^2$$

Tulangan geser :

$$A_{h1} = \frac{1}{2} (A_s - A_n) = 4042.5 \text{ mm}^2$$

$$A_{h2} = \frac{1}{3} \times A_{vf} = 625 \text{ mm}^2 > A_s \text{ (OK)}$$



Dipakai  $A_s = 4042.5 \text{ mm}^2$

Tulangan terpasang : **D19 – 150 mm**

$A_s \text{ terpasang} = \frac{1}{4} \times 3.14 \times 19^2 \times (2400/150)$

$A_s \text{ terpasang} = 4534.16 \text{ mm}^2 > A_s \text{ (OK)}$

### 5.5. Perencanaan Poer

Pada sub bab ini akan diuraikan penulangan pile cap. Pile cap untuk dermaga dan trestle ada beberapa jenis. Pile cap P1 & P2 terletak pada dermaga sedangkan P3 terletak pada balok konveyor dan trestle. Jenis tersebut dibedakan berdasarkan dimensi setiap pile cap dan posisi tiangnya. Untuk dimensi dan jenis pile cap dapat dilihat pada table berikut:

**Tabel 5. 3** Dimensi Pilecap Dermaga dn Trestle

Tipe Pile Cap	Dimensi Pile Cap (mm)			Diameter Tiang Pancang (mm)	Posisi Tiang
	bx (mm)	by (mm)	t (mm)		
PC1	2500	2500	2100	1500	Lurus
PC3	1500	1500	1500	914	Lurus

Contoh perhitungan penulangan pada pile cap 1

Diketahui data rencana (P1) sebagai berikut :

$f_c'$	= 41.5 Mpa	$D$	= 1500 mm
$f_y$	= 390 Mpa	$b_x$	= 2500 mm
$b_y$	= 2500 mm	$t$	= 2100 mm
$t_d$	= 75 mm	$P_u$	= 777,581 ton
	$\emptyset$		= 0.8 mm

Direncanakan pile cap (P1) menggunakan tulangan D32-100, maka kontrol penampang dan penulangan nya sebagai berikut :

Arah X

$$M_u = 11660000000 \text{ N.mm/m}$$

$$d = 2100 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - (32 \text{ mm} \cdot 0.5)$$

$$d = 1987,5 \text{ mm}$$

$$A_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 32^2 \text{ mm} \cdot \frac{2000 \text{ mm}}{100 \text{ mm}}$$

$$A_s = 20096,0 \text{ mm}^2$$

$$T = A_s \cdot f_y$$

$$T = 20096,0 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa}$$

$$T = 7837440 \text{ N/mm}^2$$

$$a = \frac{7837440 \text{ N/mm}^2}{0.85 \cdot 41.5 \cdot 2500 \text{ mm}}$$

$$a = 88,87 \text{ mm}$$

kontrol Mu Pile Cap sebagai berikut :

$$M = 0.8 \cdot T \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M = 0.8 \cdot 3826875 \text{ N/mm}^2 \cdot \left(1487.5 \text{ mm} - \frac{54.2434 \text{ mm}}{2}\right)$$

$$M = 12200000000 \text{ N.mm/m}$$

$$11660000000 \text{ N.mm/m} < 12200000000 \text{ N.mm/m} \rightarrow$$

OK

Arah Y

$$Mu = 11660000000 \text{ N.mm/m}$$

$$d = 2100 \text{ mm} - 75 \text{ mm} - (32 \text{ mm} \cdot 0.5)$$

$$d = 1987,5 \text{ mm}$$

$$As = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 32^2 \text{ mm} \cdot \frac{2000 \text{ mm}}{100 \text{ mm}}$$

$$As = 20096,0 \text{ mm}^2$$

$$T = As \cdot fy$$

$$T = 20096,0 \text{ mm}^2 \cdot 390 \text{ Mpa}$$

$$T = 7837440 \text{ N/mm}^2$$

$$a = \frac{7837440 \text{ N/mm}^2}{0.85 \cdot 41.5 \cdot 2500 \text{ mm}}$$

a = 88,87 mm

kontrol Mu Pile Cap sebagai berikut :

M = 0.8 . T . (d - <sup>a</sup>/<sub>2</sub>)

M = 0.8 . 3826875 N/mm<sup>2</sup> . (1487.5 mm - <sup>54.2434 mm</sup>/<sub>2</sub>)

M = 12200000000 N.mm/m

11660000000 N.mm/m < 12200000000 N.mm/m →

OK

**Tabel 5. 4** kebutuhan Tulangan Pilecap Dermaga dan Trestle

Tipe Pile Cap	Dimensi Pile Cap (mm)			Momen	Tulangan	
	bx (mm)	by (mm)	t (mm)		D (mm)	S (mm)
P1	2500	2500	2100	Mx	32	100
				My	32	100
P3	1500	1500	1500	Mx	25	100
				My	25	100

### Kontrol geser pons pile cap (PC1)

### Perhitungan Panjang Penyaluran ke Struktur Atas dan Base Plate

Tiang Pancang  $\varnothing 1500$  mm tebal 22mm

Data Perencanaan:

$D_{\text{tiang}}$	= 1500 mm
Tebal	= 22 mm
$\phi$	= 0.7
$f_c'$	= 40 MPa
$f_y$	= 410 MPa
$P_{\text{kerja}}$	= 777,58 ton

#### a) Kontrol kekuatan beton dalam tiang

$$P_{\text{beton dalam tiang}} \geq P_{\text{kerja}}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{beton dalam tiang}} &= A_{\text{beton}} \times 0.85 \times \phi \times f_c' \\ &= 1/4(3.14)(1016^2) \times 0.85 \times 0.7 \times 40 \\ &= 1824.39 \text{ ton} > 777,58 \text{ ton} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

#### b) Kontrol retak poer

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \sqrt{f_c'} b \cdot d \\ &= 1033,2 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$P_{\text{kerja}} < V_c$$

$$777,58 < 1033,2$$

$$777,58 < 1033,2 \text{ ton} \quad (\text{OK}) \text{ beton tidak retak.}$$

$$= 76280,598 \text{ Kn} < 101356,92 \text{ Kn}$$

#### c) Kontrol kekuatan las

Direncanakan menggunakan las E 60 XX

$$\text{Tegangan ijin tarik las } (\sigma_e) = 460 \text{ Mpa}$$

Direncanakan tebal las tebal 8 mm

Maka kekuatan las

$$= (\text{keliling las} \times \text{tebal las}) \times \sigma_e$$

$$= (3.14 \times 1016 \times 8) \times 460$$

$$= 115111 \text{ ton} \times 2$$

$$230222 \text{ Ton} > 458.1035 \text{ Ton} \dots \text{OK (las kuat)}$$

$$= 22584778,2 \text{ Kn} > 44940,12993 \text{ Kn}$$

d) Tulangan dari tiang ke struktur atas

$$A_s \text{ perlu} \cdot f_{y\text{tulangan}} \geq P / \phi$$

$$A_s \text{ perlu} \cdot \geq P / (\phi \times f_{y\text{tulangan}})$$

$$A_s \text{ perlu} \cdot = \frac{458.1035 \times 10^4}{0.7 \times 400}$$

$$A_s \text{ perlu} \cdot = 16360.84 \text{ mm}^2$$

Dipasang 34D25 (16681.25 mm<sup>2</sup>)

Senggang spiral Ø12 – 150 mm

## e) Panjang penyaluran

Nilai yang diperhitungkan untuk panjang penyaluran dalam **tekan** yaitu dihitung sesuai persamaan berikut:

$$l_{db} = d_b \cdot \frac{f_y}{(4\sqrt{f_c'})}$$

$$l_{db} = 25 \cdot \frac{400}{(4\sqrt{40'})}$$

$$= 395.28 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$0,04 \cdot d_b \cdot f_y = 0,04 \cdot 25 \cdot 400 = 400 \text{ mm}$$

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan faktor yang berlaku untuk luas tulangan terpasang lebih besar dari luas tulangan yang diperlukan.

Faktor modifikasi

$$= A_s \text{ perlu} / A_s \text{ terpasang}$$

$$= 16360.84 / 16689.71$$

$$= 0,98$$

Sehingga panjang penyaluran total adalah

$$\begin{aligned} L_{db} \cdot \text{Faktor modifikasi} &= 395.28 \times 0,98 \\ &= 387.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipakai panjang penyaluran sebesar 387.5 mm.

Panjang penyaluran dasar tulangan dalam kondisi **tarik** dihitung menurut SNI 2847-03-2002 pasal 14.2 :

$$l_d = \frac{3 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda}{5 \sqrt{f_c}} \cdot d_b$$

$$\alpha = 1$$

$$\beta = 1$$

$$\lambda = 1$$

maka panjang penyaluran dasar tulangan adalah:

$$l_d = \frac{3 \cdot 400 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{5 \sqrt{40}} \cdot 25$$

$$= 948.6833 \text{ mm}$$

dipakai panjang berkas 1000 mm.

#### f) Base Plate

Base plate digunakan sebagai penahan beton segar saat pengisian beton isian tiang. Base plate direncanakan menggunakan plat baja dengan tebal 10 mm.

Sedangkan untuk menahan base platedigunakan tulangan pengait yang menahan base plate pada tiang pancang. Berat yang dipikul oleh base plate :



$$P = A_{\text{dalam tiang}} \times (t_p \cdot BJ_{\text{baja}} + BJ_{\text{beton}} \cdot L)$$

$$P = 0.75122 \times (0.01 \times 7850 + 2400 \times 1.5)$$

$$= 2.763 \text{ Ton}$$

$$= 271050,3 \text{ Kn}$$

- Perhitungan pengait base plat

$$\begin{aligned} A &= \frac{P}{\sigma} = \frac{2.763 \times 10^3}{1600} \\ &= 1.7271 \text{ cm}^2 \\ &= 172.71 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan 4 buah pengait

$$A_{\text{tiap pengait}} = \frac{172.71}{4} = 43.18 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 43.18}{3.14}} = 7.41$$

Dipasang pengait 6  $\phi$  10 mm

## 5.6. Perhitungan Daya Dukung Struktur Bawah

### 5.7.1 Daya Dukung Batas Pondasi

Daya dukung batas atas atau daya dukung ijin pondasi dianalisa berdasarkan 2 kondisi yaitu daya dukung batas atas akibat beban vertikal dan daya dukung batas akibat beban horisontal.

**a. Tiang Diameter 1500 mm**

Diameter tiang	= 1500 mm
Teg. leleh baja BJ37 ( $\sigma$ )	= 2448 kg/cm <sup>2</sup>
Teg. Aksial ijin	= 1600 kg/cm <sup>2</sup>
Luas permukaan ujung	= $\frac{1}{4} \pi 1,5^2$ = 0.8103 m <sup>2</sup>
DD ujung tiang (Qp)	= 653,51 ton (tekan)
DD selimut tiang (Qs)	= 1323.51 ton (tarik)
DD ultimate tiang (Qu)	= Qp + Qs = 1977.02 ton
Q ijin	= Qu / SF = 1977 / 2.5 = 790.81 ton = 7757846,1 N

Untuk perhitungan daya dukung tiang selengkapnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 5. 5 Kapasitas Tiang Diameter 1500 mm Berdasarkan Data SPT**

Depth (m)	Soil Type	Li (m)	Soil Parameter				Li x Fi (t/m)	$\Sigma$ Li x Fi (t/m)	Diameter : 1.5 m	
			N (blows/ft)	qd (t/m <sup>2</sup> )	F <sub>i</sub> (t/m <sup>2</sup> )				Q <sub>p</sub> (ton)	Q <sub>ult</sub> (ton)
-1.00	L	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
-1.50	L	0.5	1.5	30	1.50	1.5	0.75	0.75	52.99	3.53
-2.00	L	0.5	3	60	3.00	3	1.5	2.25	105.98	10.60
-2.50	L	0.5	3	60	3.00	3	1.5	3.75	105.98	17.66
-3.00	L	0.5	3	60	3.00	3	1.5	5.25	105.98	24.73
-3.50	L	0.5	3.5	70	3.50	3.5	1.75	7	123.64	32.97
-4.00	L	0.5	4	80	4.00	4	2	9	141.30	42.39
-4.50	L	0.5	4	80	4.00	4	2	11	141.30	51.81
-5.00	L	0.5	4	80	4.00	4	2	13	141.30	61.23
-5.50	L	0.5	4.5	90	4.50	4.5	2.25	15.25	158.96	71.83
-6.00	L	0.5	5	100	5.00	5	2.5	17.75	176.63	83.60
-6.50	L	0.5	6.5	130	6.50	6.5	3.25	21	229.61	98.91
-7.00	L	0.5	8	160	8.00	8	4	25	282.60	117.75
-7.50	L	0.5	9.5	190	9.50	9.5	4.75	29.75	335.59	140.12
-8.00	L	0.5	11	220	11.00	11	5.5	35.25	388.58	166.03
-8.50	L	0.5	11.5	230	11.50	11.5	5.75	41	406.24	193.11
-9.00	L	0.5	12	240	12.00	12	6	47	423.90	221.37
-9.50	L	0.5	13	260	13.00	12	6	53	459.23	249.63
-10.00	L	0.5	14	280	14.00	12	6	59	494.55	277.89
-10.50	L	0.5	14.5	290	14.50	12	6	65	512.21	306.15
-11.00	L	0.5	15	300	15.00	12	6	71	529.88	334.41
-11.50	L	0.5	15.5	310	15.50	12	6	77	547.54	362.67
-12.00	L	0.5	16	320	16.00	12	6	83	565.20	390.93
-12.50	L	0.5	15	300	15.00	12	6	89	529.88	419.19
-13.00	L	0.5	14	280	14.00	12	6	95	494.55	447.45
-13.50	L	0.5	13	260	13.00	12	6	101	459.23	475.71
-14.00	L	0.5	12	240	12.00	12	6	107	423.90	503.97
-14.50	L	0.5	12.5	250	12.50	12	6	113	441.56	532.23
-15.00	L	0.5	13	260	13.00	12	6	119	459.23	560.49
-15.50	L	0.5	14	280	14.00	12	6	125	494.55	588.75
-16.00	L	0.5	15	300	15.00	12	6	131	529.88	617.01
-16.50	L	0.5	16	320	16.00	12	6	137	565.20	645.27
-17.00	L	0.5	17	340	17.00	12	6	143	600.53	673.53
-17.50	L	0.5	17.5	350	17.50	12	6	149	618.19	701.79
-18.00	L	0.5	18	360	18.00	12	6	155	635.85	730.05
-18.50	L	0.5	18.5	370	18.50	12	6	161	653.51	758.31
-19.00	L	0.5	19	380	19.00	12	6	167	671.18	786.57
-19.50	L	0.5	19.5	390	19.50	12	6	173	688.84	814.83
-20.00	L	0.5	20	400	20.00	12	6	179	706.50	843.09
-20.50	L	0.5	18.5	370	18.50	12	6	185	653.51	871.35
-21.00	L	0.5	17	340	17.00	12	6	191	600.53	899.61
-21.50	L	0.5	16	320	16.00	12	6	197	565.20	927.87
-22.00	L	0.5	15	300	15.00	12	6	203	529.88	956.13
-22.50	L	0.5	16	320	16.00	12	6	209	565.20	984.39
-23.00	L	0.5	17	340	17.00	12	6	215	600.53	1012.65
-23.50	L	0.5	17.5	350	17.50	12	6	221	618.19	1040.91
-24.00	L	0.5	18	360	18.00	12	6	227	635.85	1069.17
-24.50	L	0.5	18	360	18.00	12	6	233	635.85	1097.43
-25.00	L	0.5	18	360	18.00	12	6	239	635.85	1125.69
-25.50	L	0.5	18.5	370	18.50	12	6	245	653.51	1153.95
-26.00	L	0.5	19	380	19.00	12	6	251	671.18	1182.21
-26.50	L	0.5	19	380	19.00	12	6	257	671.18	1210.47
-27.00	L	0.5	19	380	19.00	12	6	263	671.18	1238.73
-27.50	L	0.5	18.5	370	18.50	12	6	269	653.51	1266.99
-28.00	L	0.5	18	360	18.00	12	6	275	635.85	1295.25
-28.50	L	0.5	18.5	370	18.50	12	6	281	653.51	1323.51
-29.00	L	0.5	19	380	19.00	12	6	287	671.18	1351.77
-29.50	L	0.5	19.5	390	19.50	12	6	293	688.84	1380.03
-30.00	L	0.5	20	400	20.00	12	6	299	706.50	1408.29
-30.50	L	0.5	20.5	410	20.50	12	6	305	724.16	1436.55
-31.00	L	0.5	21	420	21.00	12	6	311	741.83	1464.81
-31.50	L	0.5	21.5	430	21.50	12	6	317	759.49	1493.07

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\begin{aligned}
 P_{\text{aktual}} &= 777.81 \text{ ton} \\
 P_{\text{aktual}} &< Q_{\text{ijin}} = 790,81 \text{ ton} \quad \text{OK} \\
 &= 76280,598 \text{ Kn} < 77578,461 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

- **Modulus Section Tiang Baja**

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{\pi (D^4 - (D - 2t)^4)}{32 \times D} = \frac{3.14 \times (101.6^4 - (1500 - 4.4^4)}{32 \times 150} \\
 &= 37180.96 \text{ cm}^3 = 37180960000 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

- **Momen Ultimate pada Tiang**

$$\begin{aligned}
 M_u &= \sigma \times W \\
 &= 4100 \times 37180,96 \\
 &= 1524419334 \text{ kg-cm} \\
 &= 1524.42 \text{ ton-m} > M_{\text{aktual}} = 1199,77 \text{ tm} \quad \text{OK} \\
 &= 149545,620 \text{ Kn.m} > 117697,437 \text{ Kn.m}
 \end{aligned}$$

- **Daya Dukung Horizontal Tiang**

Daya dukung horizontal dihitung berdasarkan beban pergeseran normal yang diijinkan pada kepala tiang, yaitu pergeseran paling maksimum pada ujung tiang. Bila besarnya pergeseran normal sudah ditetapkan, maka daya dukung mendatar yang diijinkan dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$H_a = \frac{k_h \times D}{\beta} \times \delta a$$

Dimana :

$$k_h = 0.15N = 0.15 \times 3 = 0.45 \text{ kg/cm}^3$$

$$\delta a = 1 \text{ cm}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{kh \cdot D}{4 E I}} = \sqrt{\frac{0.45 \times 150}{4 \times 2100000 \times 739326.77}} = 0.0013$$

Sehingga, Daya Dukung Horizontal Tiang:

$$\begin{aligned} H_a &= \frac{0.45 \times 150}{0.0013} \times 1 \\ &= 51.808 \text{ ton} = 5082,3648 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- **Kontrol terhadap Tekuk**

$$P_{cr} = \frac{\pi \times E \times I}{(e + Zf)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{3.14 \times 2788571.96 \times}{(1125 + 767.5)^2}$$

$P_{cr}$  harus lebih besar dari gaya aksial tekan aktual struktur.

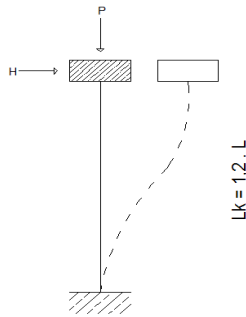
$$\begin{aligned} P_{cr} &= 5133.93 \text{ ton} > 261.41 \text{ ton} && \text{OK} \\ &= 503638,533 \text{ Kn} > 25.644,321 \text{ Kn} \end{aligned}$$

- **Kontrol Kelangsingan**

$$L_k = 1.2L \rightarrow L = (e + Zf)$$

$$= 18.925 \text{ m}$$

$$L_k = 22.710 \text{ m} = 2271 \text{ cm}$$



**Gambar 5. 15** Asumsi Panjang Tekuk Tiang

$$\begin{aligned}
 i &= \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{2788571.96}{1021}} \\
 &= 52.261 \text{ cm} \\
 &= 0.52261 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{L_k}{i} = \frac{22.71}{0.52261} = 43.46$$

Angka kelangsingan batas ( $\lambda_g$ ) dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\lambda_g = \sqrt{\frac{E}{0.7 \times f_c'}} \times \pi$$

$$\begin{aligned}
 \lambda_g &= \sqrt{\frac{2100000}{0.7 \times 41.5}} \times 3.14 \\
 &= 266.97
 \end{aligned}$$

$$\lambda = 43.46 \quad \mathbf{OK}$$

$$\lambda_s = \lambda / \lambda_g = 43.46 / 266.97 = 0.16$$

Kolom langsing:

$$\begin{aligned}
 \omega &= 1.41 / (1.593 - \lambda_s) \\
 &= 1.41 / (1.593 - 0.16) \\
 &= 0.986
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tekan ijin (beban tetap)}} &= (\sigma_{\text{Aksial ijin}} \times A) / \omega \\
 &= (1600 \times 1021) / 0.986 \\
 &= 2830 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tekan ijin}} &= 1582 > P_{\text{tekan terjadi}} = 777.58 \text{ ton} && \mathbf{OK} \\
 &= 155194,2 \text{ Kn} > 76280,598 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tekan ijin (beban sementara)}} &= (\sigma_{\text{Aksial ijin}} \times A) / \omega \\
 &= (3552.9 \times 1021) / 0.986 \\
 &= 3679.562 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{\text{tekan ijin}} &= 3679.562 > P_{\text{tekan terjadi}} = 777.58 \text{ ton} && \mathbf{OK} \\
 &= 360965,0322 \text{ Kn} > 76280,598 \text{ Kn}
 \end{aligned}$$

## 5.7 Perencanaan Abutmen

Elemen bangunan bawah jembatan trestle berfungsi untuk menyalurkan beban – beban ( baik beban hidup maupun beban mati ) dari bangunan atas ke pondasi jembatan dan menahan tekanan tanah serta beban – beban aksi lingkungan lainnya. Dalam perencanaan abutmen trestle ini bangunan bawah yang dimaksudkan adalah Abutment dan Pilar dimana akan direncanakan pula elemen – elemen penyusun dan pelengkapanya

### 5.7.1 Desain Dimensi Abutmen

Dalam perencanaan abutment menggunakan acuan dari peraturan BMS BDM 1992 dan BMS BDC 1992. Abutment terdiri dari beberapa elemen, yaitu pondasi, pile cap ( poer ), dinding abutment, longitudinal stopper, plat injak dan wing wall. Penulangan abutment direncanakan dari analisis element – elemen abutment jembatan. Analisis pembebanan atas baik beban hidup maupun mati, beban sendiri abutment, beban rem, beban angin, beban tekanan tanah aktif, tekanan tanah dinamis akibat beban gempa serta beban gempa. Berikut ini adalah analisis pembebanan serta elemen – elemen penyusun dan pelengkap abutment

Data – data perencanaan Abutment :

- Elevasi Muka Seabed : - 3,.. m Lws
- Elevasi Lantai Trestle : +3 m Lws
- Tinggi Abutment Rencana : 6,.. m
- Lebar Abutment : 11 m
- Panjang Bentang Jembatan : 5 m



### 5.7.1.1 Analisis Pembebanan Pada Pondasi Abutmen

#### i. Beban Mati Bangunan Atas

Gaya reaksi  $V_{abt}$  akibat beban mati 1/2 bang. atas

NO	URAIAN	V Abt ( kN )
1	Plat lantai kendaraan	240,625
2	Lapisan aspal + overlay	27,5
3	Genangan air hujan	12,25
4	Kerb	15,625
5	Balok Beton	67,5
	Jumlah	363,5

#### ii. Beban Mati Sendiri

Dalam perhitungan berat sendiri abutment dibagi atas beberapa segmen. Hal ini untuk memudahkan dalam analisis. Analisis berat abutment didapat dari volume per segmen dikalikan dengan berat jenis kemudian dilanjutkan dengan menghitung statis momen titik tangkap gaya/titik berat abutment terhadap center poer.

## Perhitungan beban sendiri abutment

Segmen	H m	B m	L m	Volume m <sup>3</sup>	Berat ( kN )	x m	z m
1	1.25	1.35	11	18.56	464.06	0.975	6.025
2	1.1	1.55	11	18.76	468.88	0.2	4.85
3	0.25	0.55	11	0.76	18.91	0.625	4.13
4	0.25	0.3	11	0.41	10.31	0.5	4.13
5	3	0.7	11	23.10	577.50	0	2.8
6	0.3	0.7	11	2.31	57.75	0	1.15
7	0.3	1.15	11	1.90	47.44	0.733	1.1
8	0.3	1.15	11	1.90	47.44	0.733	1.1
9	1	3	11	33.00	825.00	0	0.5
10	3.85	0.6	0.3	0.69	17.33	1.2	6.025
11	0.25	0.55	0.3	0.02	0.52	0.625	5.55
12	1.25	0.55	0.3	0.21	5.16	0.625	4.725
13	2.8	1.15	0.3	0.97	24.15	1.425	2.7
14	0.3	1.15	0.3	0.05	1.29	1.117	1.2
Berat total					2565.72		

## Perhitungan Statis Momen Abutment

Segmen			W . X	W . Z
			kN.m	kN.m
	1		452.46	2795.98
	2		93.78	2274.04
	3		11.82	78.08
	4		5.16	42.59
	5		0.00	1617.00
	6		0.00	66.41
	7		34.77	52.18
	8		34.77	52.18
	9		0.00	412.50
	10		20.79	104.38
	11		0.32	2.86
	12		3.22	24.36
	13		34.41	65.21
	14		1.45	1.55
			692.95	7589.33

Sehingga, didapatkan titik berat atau titik tangkap gaya :

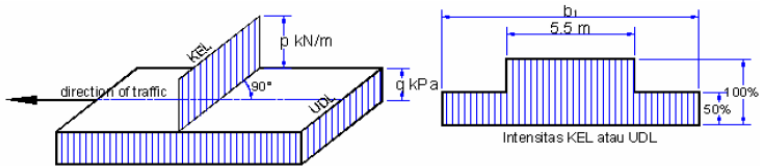
$$x = 0,2701 \text{ m}$$

$$z = 2,958 \text{ m}$$

## iii. Beban Hidup Lalu Lintas

Beban lalu lintas ( lajur “D” ) untuk rencana bangunan bawah jembatan jalan raya terdiri dari BTR dan BGT dimana akan ditempatkan melintang pada lebar penuh dari jalan kendaraan jembatan dan menghasilkan pengaruh pada jembatan ekuivalen dengan rangkaian kendaraan sebenarnya. Jumlah total pembebanan lajur “D” yang ditempatkan tergantung pada lebar jalan kendaraan

jembatan. Asumsi pembebanan BTR dan BGT seperti yang ditunjukkan dalam gambar bawah ini :



Asumsi Beban hidup Lalu - Lintas

Panjang bentang span kanan jembatan (L)	: 12 m
Lebar perkerasan jembatan (b)	: 6 m
Beban BGT ( $P_{BGT}$ )	: 49 kN/m
Faktor beban dinamis ( $1 + DLA$ )	: 1,4
Beban BTR ( $q_{BTR}$ )	: 9 kN/m <sup>2</sup>

Total beban BTR dan BGT untuk span kanan 25 m :

$$\begin{aligned}
 V_{BTR} &= ((5,5 \times q_{BTR}) + ((b - 5,5) \times 0,5 \times q_{BTR}) \times L \\
 &= ((5,5 \times 9) + ((6 - 5,5) \times 0,5 \times 9) \times 12 \\
 &= 621 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{BGT} &= (5,5 \times (P_{BGT} \times (1 + DLA)) + (b - 5,5 \times (P_{BGT} \times (1 + DLA)))) \\
 &= (5,5 \times (49 \times 1,4)) + (6 - 5,5 \times (49 \times 1,4)) = 394,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Total beban hidup lalu lintas :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{BTR} + V_{BGT} \\
 &= 621 + 394,45 \\
 &= 1015,45 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### iv. Beban Tekanan Tanah Aktif

Analisis Beban tekanan tanah aktif berdasarkan RSNI T-02-2005 Pasal 5.4.2 dimana tekanan tanah dihitung berdasarkan harga nominal  $W_s$ ,  $C$ , dan  $\gamma_t$ . Pada bagian tanah dibelakang dinding abutment adanya beban tambahan yang setara dengan tanah setebal 0,60 m yang berupa beban merata ekivalen beban kendaraan pada bagian tersebut. Beban tekanan tanah akan membebani tembok penahan tanah dari kepala jembatan dengan arah horizontal, sehingga tekanan tanah ini dapat menimbulkan efek guling pada kepala jembatan.

$$\text{Tinggi timbunan (H)} = 6,4 \text{ m}$$

$$\text{Berat Jenis tanah (}\gamma_t\text{)} = 17,2 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Sudut geser tanah (}\phi\text{)} = 14,3^\circ$$

$$\text{Lebar Abutment ( } B_y \text{ )} = 9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2 ( 45^\circ - \phi ) \\ &= 0.604 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 0.6 \times \gamma_t \\ &= 10.32 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{Ta1} &= q \times K_a \times H \times B_y \\ &= 455,8518 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{Ta2} &= 0.5 \times K_a \times \gamma_t \times H^2 \times B_y \\ &= 2526,1775 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{tot} &= 358,95 + 1914,39 \\ &= 2273,33 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### v. Beban Tekanan Tanah Akibat Gempa

Selain tekanan tanah aktif, beban tekanan tanah juga diperhitungkan bila terjadi gempa ( tekanan tanah dinamis akibat gempa ). Diasumsikan tembok penahan tanah adalah tembok yang fleksibel sesuai ketentuan yang terdapat pada SNI Gempa 2833 – 2013 Pasal 9.6

Perhitungan Tekanan Tanah dinamis akibat Gempa :

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis tanah ( } \gamma_t \text{ )} &= 17,2 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Sudut geser tanah ( } \phi \text{ )} &= 14,3^\circ \\
 \text{Rencana sudut tembok ( } \delta \text{ )} &= 9,533^\circ \\
 \text{Sudut kemiringan timbunan ( } \alpha \text{ )} &= 0^\circ \\
 \text{Sudut kemiringan tepi belakang tembok ( } \beta \text{ )} &= 0^\circ \\
 \text{Koefisien tekanan tanah aktif ( } K_a \text{ )} &= 0,604 \\
 \text{Koefisien gempa horizontal ( } K_h \text{ )} &= A_s \times 0,5 \\
 &= 0,25 \times 1,3 \times 0,5 \\
 &= 0,163 \\
 \text{Sudut geser tanah nominal ( } \theta \text{ )} &= \tan^{-1} K_h \\
 &= 9,235^\circ
 \end{aligned}$$

Koefisien tekanan tanah dinamis :

$$\begin{aligned}
 \mu &= \left( 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta - \alpha)}{\cos(\delta + \beta + \phi) \cos(\beta - \alpha)}} \right)^2 \\
 &= \left( 1 + \sqrt{\frac{0.40407753 \times 0.246999013}{0.91472474 \times 1}} \right)^2 \\
 &= (1 + 0.330319906) \\
 &= 1.769751053
 \end{aligned}$$

Tekanan tanah Dinamis akibat Gempa :

$$\begin{aligned}
 E_{AE} &= \frac{\gamma_t \times H^2}{2} \times (1 - K_v) \times K_{AE} \\
 &= \frac{17.2 \times 44.223}{2} \times 1 \times 0.599904996 \\
 &= 228.1519688 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{AE} &= E_{AE} \times B_y \\
 &= 228.1519688 \times 11 \\
 &= 2509.671657 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

#### vi. Beban Gempa

Analisis beban gempa pada jembatan mengacu pada SNI Gempa 2833 – 2013. Beban gempa direncanakan dengan metode beban horisontal statis ekuivalen. Beban gempa bangunan atas yang masuk pada pilar direncanakan 50% dari span kiri dan span kanan.



### Hasil pengolahan data N-SPT tanah

Soil Type					
Depth (m)	Th (m)	N-SPT	N Th / NSPT	$\Sigma N$	$N = 40 / \Sigma N$
1	0	0	0		
1.5	0.5	0	0.0000		
2	0.5	3	0.1667		
2.5	0.5	3	0.1667		
3	0.5	3	0.1667		
3.5	0.5	3.5	0.1429		
4	0.5	4	0.1250		
4.5	0.5	4	0.1250		
5	0.5	4	0.1250		
5.5	0.5	4.5	0.1111		
6	0.5	5	0.1000		
6.5	0.5	6.5	0.0769		
7	0.5	8	0.0625		
7.5	0.5	9.5	0.0526		
8	0.5	11	0.0455		
8.5	0.5	11.5	0.0435		
9	0.5	12	0.0417		
9.5	0.5	13	0.0385		
10	0.5	14	0.0357		
10.5	0.5	14.5	0.0345		
11	0.5	15	0.0333		
11.5	0.5	15.5	0.0323		
12	0.5	16	0.0313		
12.5	0.5	15	0.0333		
13	0.5	14	0.0357		
13.5	0.5	13	0.0385		
14	0.5	12	0.0417		
14.5	0.5	12.5	0.0400		
15	0.5	13	0.0385		
15.5	0.5	14	0.0357		
16	0.5	15	0.0333		
16.5	0.5	16	0.0313		
17	0.5	17	0.0294		
17.5	0.5	17.5	0.0286		
18	0.5	18	0.0278		
18.5	0.5	18.5	0.0270		
19	0.5	19	0.0263		

19.5	0.5	19.5	0.0256	3.2554	12.29
20	0.5	20	0.0250		
20.5	0.5	18.5	0.0270		
21	0.5	17	0.0294		
21.5	0.5	16	0.0313		
22	0.5	15	0.0333		
22.5	0.5	16	0.0313		
23	0.5	17	0.0294		
23.5	0.5	17.5	0.0286		
24	0.5	18	0.0278		
24.5	0.5	18	0.0278		
25	0.5	18	0.0278		
25.5	0.5	18.5	0.0270		
26	0.5	19	0.0263		
26.5	0.5	19	0.0263		
27	0.5	19	0.0263		
27.5	0.5	18.5	0.0270		
28	0.5	18	0.0278		
28.5	0.5	18.5	0.0270		
29	0.5	19	0.0263		
29.5	0.5	19.5	0.0256		
30	0.5	20	0.0250		
30.5	0.5	20.5	0.0244		
31	0.5	21	0.0238		
31.5	0.5	21.5	0.0233		
32	0.5	22	0.0227		
32.5	0.5	22	0.0227		
33	0.5	22	0.0227		
33.5	0.5	21.5	0.0233		
34	0.5	21	0.0238		
34.5	0.5	22.5	0.0222		
35	0.5	24	0.0208		
35.5	0.5	25	0.0200		
36	0.5	26	0.0192		
36.5	0.5	26	0.0192		
37	0.5	26	0.0192		
37.5	0.5	25.5	0.0196		
38	0.5	25	0.0200		
38.5	0.5	25.5	0.0196		
39	0.5	26	0.0192		
39.5	0.5	27	0.0185		
40	0.5	28	0.0179		

Kelas Situs	$\bar{V}_s$ (m/s)	$\bar{N}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
A. Batuan Keras	$\bar{V}_s \geq 1500$	N/A	N/A
B. Batuan	$750 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C. Tanah Sangat Padat dan Batuan Lunak	$350 < \bar{V}_s \leq 750$	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 100$
D. Tanah Sedang	$175 < \bar{V}_s \leq 350$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$50 \leq \bar{S}_u \leq 100$
E. Tanah Lunak	$\bar{V}_s < 175$	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u < 50$
<p>Atau setiap profil lapisan tanah dengan ketebalan lebih dari 3 m dengan karakteristik sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>2. Kadar air (<math>w</math>) <math>\geq 40\%</math>, dan</li> <li>3. Kuat geser tak terdrainase <math>\bar{S}_u &lt; 25</math> kPa</li> </ol>			
F. Lokasi yang membutuhkan penyelidikan geoteknik dan analisis respons dinamik spesifik	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik seperti :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rentan dan berpotensi gagal terhadap beban gempa seperti likuifaksi, tanah lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung organik tinggi dan/atau gambut (dengan ketebalan <math>&gt; 3</math>m)</li> <li>- Plastisitas tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7.5</math>m dengan <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>- Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math>m</li> </ul>		

Catatan : N/A = tidak dapat digunakan

$$E_Q = \frac{C_{sm}}{R} \times W_t (SNI Gempa 2833-2013 Pasal 5.1)$$

PGA ( Percepatan puncak batuan dasar ) : 0,25

Ss ( Respons spektral untuk 0,2 detik ) : 0,4

S<sub>1</sub>( Respons spektral untuk 1 detik ) :0,2

Faktor amplifikasi untuk periode 0 dt&0,2dt (  $F_{PGA} / F_a$  )

Kelas situs	$PGA \leq 0,1$ $S_s \leq 0.25$	$PGA = 0,2$ $S_s = 0.5$	$PGA = 0,3$ $S_s = 0.75$	$PGA = 0,4$ $S_s = 1.0$	$PGA > 0,5$ $S_s \geq 1.25$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
Tanah Sedang (SD)	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
Tanah Lunak (SE)	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Di dapat  $F_{pga}$  dengan menggunakan pendekatan : 1,7

Besarnya nilai faktor amplifikasi untuk periode 1 detik

Kelas situs	$S_T \leq 0.1$	$S_T = 0.2$	$S_T = 0.3$	$S_T = 0.4$	$S_T \geq 0.5$
Batuan Keras (SA)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Batuan (SB)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Tanah Keras (SC)	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
Tanah Sedang (SD)	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
Tanah Lunak (SE)	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
Tanah Khusus (SF)	SS	SS	SS	SS	SS

Di dapat  $F_v$  : 3,2

### Seismic Parameters :

Site Class	D
1 sec period acceleration (S1)	0.20
Short period acceleration (Ss)	0.4
PGA	0.3
Fa	1.7
F PGA	1.7
Fv	3.2
$S_{DS} = F_a \times S_s$	0.68
$S_{D1} = F_v \times S1$	0.64
$A_s = F_{PGA} \times PGA$	0.425

$$\begin{aligned}
 T_s &= SD1 / SDS \\
 &= 0.94 \\
 T_0 &= 0.2 \times T_s \\
 &= 0.19
 \end{aligned}$$

Untuk  $T < T_0$ , Spektrum respons percepatan desain,

Untuk  $T \geq T_0$  dan  $\leq T_s$ , Spektrum respons percepatan desain,

Untuk  $T > T_s$ , Spektrum respons percepatan desain,

$$CSM = (SDS - A_s) T/T_0 + A_s = 0.425$$

$$CSM = SDS = 0.680$$

$$\text{Memakai persyaratan pertama} = 0,425$$

- **Menentukan faktor modifikasi respons ( R )**

Faktor modifikasi respons ( R ) untuk bangunan bawah

Bangunan bawah	Kategori kepentingan		
	Sangat penting	Penting	Lainnya
Pilar tipe dinding	1,5	1,5	2,0
Tiang/kolom beton bertulang			
Tiang vertikal	1,5	2,0	3,0
Tiang miring	1,5	1,5	2,0
Kolom tunggal	1,5	2,0	3,0
Tiang baja dan komposit			
Tiang vertikal	1,5	3,5	5,0
Tiang miring	1,5	2,0	3,0
Kolom majemuk	1,5	3,5	5,0

Faktor modifikasi respons (R) untuk hubungan antar elemen struktur

Hubungan elemen struktur	Semua kategori kepentingan
Bangunan atas dengan kepala jembatan	0,8
Sambungan muai (dilatasi) pada bangunan atas	0,8
Kolom, pilar, atau tiang dengan bangunan atas	1,0
Kolom atau pilar dengan fondasi	1,0

Data Perencanaan Beban Gempa :

$$C_{sm} = 0.425$$

$$R \text{ bang. Bawah} = 1$$

$$R \text{ bang. Atas} = 1$$

$$W \text{ set. Bang. Atas} = 363.5 \text{ kN}$$

$$\text{Beban mati Abutment} = 2565.72 \text{ kN}$$

Beban Gempa Akibat Bang. Atas

$$\begin{aligned}
 E_Q &= \frac{C_{sm}}{R} \times W_t \\
 &= \frac{0.425}{1} \times 363.5 \\
 &= 154.4875 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Beban Gempa Akibat Abutment

$$\begin{aligned}
 E_Q &= \frac{C_{sm}}{R} \times W_t \\
 &= \frac{0.425}{1} \times 2565.72 \\
 &= 1090.431797 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

## vii. Beban Angin

Gaya angin pada bangunan atas tergantung luas ekuivalen diambil sebagai luas padat jembatan dalam elevasi proyeksi tegak lurus. Gaya nominal akibat angin bergantung pada kecepatan angin rencana. Beban angin yang diperhitungkan berdasarkan RSNI T – 02 – 2005 adalah sebagai berikut :

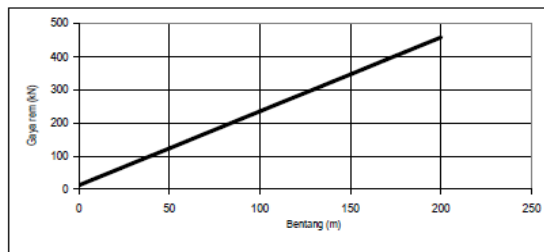
$$T_{EW} = 0,006 \times C_w \times V_w^2 \times A_b$$

- Kecepatan angin rencana (  $V_w$  ) : 15 m/s
- Lebar jembatan (  $b$  ) : 11 m
- Tinggi samping jembatan : 900 m
- Bentang jembatan : 5 m
- Luas bagian samping (  $A_b$  ) : 4,5 m<sup>2</sup>
- Koefisien serat (  $C_w$  ) : 1,25

$$\begin{aligned} T_{EW} \text{ span kanan} &= 0,0006 \times C_w \times V_w^2 \times A_b \\ &= 0,0006 \times 1,25 \times 15^2 \times 4,5 \\ &= 0,38 \text{ kN} \end{aligned}$$

## viii. Beban Rem

Pengaruh percepatan dan pengereman dari lalu lintas harus diperhitungkan sebagai gaya dalam arah memanjang. Beban rem yang diperhitungkan berdasarkan RSNI T – 02 – 2005 Pasal 7.6 untuk jembatan dengan panjang bentang 80 adalah 180 kN



### 5.7.1.2 Perhitungan Axial Pada Tiang Pancang

Dari analisis pembebanan diatas, maka langkah selanjutnya adalah analisis momen dan gaya. Perhitungan momen dan gaya tersebut dipusatkan pada center poer. Berikut ini perhitungan momen dan gaya yang bekerja pada poer ditunjukkan pada tabel berikut :

No	URAIAN	V kN	Hx kN	Hy kN	x m	y m	z m	Mx kN.m	My kN.m
<b>I Beban Tetap</b>									
	Struktur Atas	363.5							
	Abutment	2563.72			0.27070283			692.9457594	
	Tek. Tanah Aktif 1		455.8515793				3.325	1515.706501	
	Tek. Tanah Aktif 2		2526.18				2.22	5599.69	
<b>II Peng. Beban Hidup</b>									
	UDL + KEL	880.4							
	Beban Rem		180				7.85	1413	
	Beban Angin			0.380			7.85		2.980546875
<b>III Aksi Lain ( Gempa )</b>									
	Eq Struktur Atas		154.4875	154.4875			7.85	1212.726875	1212.726875
	Eq Abutment		1090.431797	1090.431797			2.958	3225.467109	3225.467109
	Eq Tek. Tanah Dinamis		2509.671657				3.33	8344.65826	

Kombinasi yang di pakai adalah:



– **Kombinasi 1** ( **D + L + Ta** )

$$\begin{aligned} V_u &= 3809,62 \text{ kN} \\ H_x &= 2982,03 \text{ kN} \\ H_y &= 0,00 \text{ kN} \\ M_x &= 7808,35 \text{ kN.m} \\ M_y &= 0,00 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

– **Kombinasi 2** ( **D + L + Ta + T<sub>B</sub>** )

$$\begin{aligned} V_u &= 3809,62 \text{ kN} \\ H_x &= 3162,03 \text{ kN} \\ H_y &= 0,00 \text{ kN} \\ M_x &= 9221,35 \text{ kN.m} \\ M_y &= 0,00 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

– **Kombinasi 3**( **D + L + Ta + T<sub>B</sub> + T<sub>EW</sub>** )

$$\begin{aligned} V_u &= 3809,62 \text{ kN} \\ H_x &= 3162,03 \text{ kN} \\ H_y &= 0,38 \text{ kN} \\ M_x &= 9221,35 \text{ kN.m} \\ M_y &= 2,98 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

– **Kombinasi 4** ( **D + Ex + 30%Ey + Taq** )

$$V_u = 2929,22 \text{ kN}$$

$$H_x = 3754,59 \text{ kN}$$

$$H_y = 373,48 \text{ kN}$$

$$M_x = 13475,8 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 1331,46 \text{ kN.m}$$

– **Kombinasi 5** ( **D + 30%Ex + Ey + Taq** )

$$V_u = 2929,22 \text{ kN}$$

$$H_x = 2883,15 \text{ kN}$$

$$H_y = 1244,92 \text{ kN}$$

$$M_x = 10369,06 \text{ kN.m}$$

$$M_y = 4438,19 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} x &= \text{Jarak tiang terhadap sumbu x ( m )} \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= \text{Jarak tiang terhadap sumbu y ( m )} \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \text{Jumlah Tiang Pancang} \\ &= 18 \end{aligned}$$

Dari kombinasi dan konfigurasi diatas, maka daya dukung per tiang dapat dihitung dengan rumus :

$$P = V/n \pm \frac{M_x \cdot y}{\sum y^2} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum x^2}$$

P = Gaya aksial yang terjadi pada 1 tiang ( kN )

V = Total gaya aksial ( kN )

N = Jumlah tiang pancang ( buah )

M<sub>x</sub> = Momen sumbu x ( kN.m )

M<sub>y</sub> = Momen sumbu y ( kN.m )

y = Jarak tiang terhadap sumbu x ( m )

x = Jarak tiang terhadap sumbu y ( m )

### Perhitungan Gaya Aksial Pertiang

No	x m	y m	x <sup>2</sup> m	y <sup>2</sup> m	Komb. 1 kN	Komb. 2 kN	Komb. 3 kN	Komb. 4 kN	Komb. 5 kN
1	1	-4.5	1	20.25	5.08	-32.31	-32.06	-82.81	258.27
2	1	-2.7	1	7.29	87.70	65.28	65.52	59.79	368.00
3	1	-0.9	1	0.81	170.33	162.86	163.10	202.39	477.72
4	1	0.9	1	0.81	252.96	260.44	260.68	344.99	587.45
5	1	2.7	1	7.29	335.59	358.02	358.26	487.59	697.17
6	1	4.5	1	20.25	418.22	455.60	455.84	630.19	806.90
7	0	-4.5	0	20.25	5.08	-32.31	-32.31	-193.77	-111.58
8	0	-2.7	0	7.29	87.70	65.28	65.28	-51.17	-1.85
9	0	-0.9	0	0.81	170.33	162.86	162.86	91.43	107.87
10	0	0.9	0	0.81	252.96	260.44	260.44	234.04	217.60
11	0	2.7	0	7.29	335.59	358.02	358.02	376.64	327.32
12	0	4.5	0	20.25	418.22	455.60	455.60	519.24	437.05
13	-1	-4.5	1	20.25	5.08	-32.31	-32.55	-304.72	-481.43
14	-1	-2.7	1	7.29	87.70	65.28	65.03	-162.12	-371.70
15	-1	-0.9	1	0.81	170.33	162.86	162.61	-19.52	-261.98
16	-1	0.9	1	0.81	252.96	260.44	260.19	123.08	-152.25
17	-1	2.7	1	7.29	335.59	358.02	357.77	265.68	-42.53
18	-1	4.5	1	20.25	418.22	455.60	455.35	408.28	67.20
			12	170.1					

Dari perhitungan gaya aksial yang terjadi pada 1 pilar tiang pancang didapatkan gaya aksial terbesar yang diterima adalah 306,9 kN, selanjutnya gaya aksial yang harus terjadi harus lebih kecil dari daya dukung tanah

Kombinasi Pembebanan	Beban P layan yang bekerja pada tiang	
	P max	P min
	kN	kN
Kombinasi 1	418,22	5,08
Kombinasi 2	455,6	-32,31
Kombinasi 3	455,84	-32,55
Kombinasi 4	630,19	-304,72
Kombinasi 5	806,9	-481,43

### 5.7.1.3 Perhitungan Daya Dukung Tanah

Dari Tabel diatas dapat diketahui nilai maksimum (Pmax) Gaya aksial tiang pancang akibat beban tetap (kombinasi 1) adalah 418,22 Kn dan nilai minimum (Pmin) adalah 5,08 Kn, sedangkan nilai maksimum (Pmax) Gaya aksial tiangpancang akibat beban sementara (kombinasi 2) adalah 455,6 Kn dan nilai minimum (Pmin) adalah -32,31 Kn, Gaya aksial tiang pancang akibat beban sementara (kombinasi 3) adalah 455,84 Kn dan nilai minimum (Pmin) adalah -32,55 Kn. Dari hasil kemampuan tiang pancang didapat hasil reaksi berupa gaya aksial tekan dan tarik maka akan dikontrol dengan daya dukung tanah akibat tekan. Perhitungan daya dukung tanah berdasarkan tiang pancang yang berdiameter 0,60 m dan berdasarkan data penyelidikan tanah SPT. Daya dukung tanah dihitung berdasarkan rumus dan hasilnya ditunjukkan berikut :Perhitungan berikut ini berdasarkan rumus Kazuto Nazakawa.

$$R_a = \frac{1}{n} R_u$$

$$R_u = \frac{1}{n} [(q_d.A) + (U.\Sigma l_i.f_i)]$$

$R_a$  = Daya dukung tanah yang diizinkan (kN)

$n$  = Faktor keamanan

$R_p$  = Daya dukung terpusat tiang (kN)

$R_f$  = Gaya geser dinding tiang (kN)

$q_d$  = Daya dukung terpusat tiang (kN/m<sup>2</sup>)

$A$  = Luas ujung tiang (m<sup>2</sup>)

$U$  = Panjang keliling tiang (m)

$l_i$  = Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (m)

Perhitungan daya dukung tiang P1 kedalaman 23 m

$$\begin{aligned}\dot{N} &= \frac{N1 + \dot{N}2}{2} \\ &= \frac{16 + (18+18+19)}{2} \\ &= 17\end{aligned}$$

Keterangan

$\dot{N}$  = Harga  $N$  rata-rata untuk perencanaan tanah pondasi pada ujung tiang

$N1$  = Harga  $N$  pada ujung tiang

$\dot{N}2$  = Harga rata-rata  $N$  pada jarak  $4D$  dari ujung tiang

Panjang ekivalensi dari penetrasi tiang

$$l = 1,1 \text{ m}$$

Daya dukung pada ujung tiang

$$\left(\frac{l}{D}\right) = 1,8333 \text{ m}$$

$$\left(\frac{q_d}{N}\right) = 13$$

$$Q_d = 13N = 23 \times 13 = 299 \text{ ton/m}^2$$

$$= 2990 \text{ kN/ m}^2$$

$$R_p = A \cdot q_d = \left(\frac{\pi \cdot 0,6^2}{4}\right) \times 2990$$

$$= 844,974 \text{ kN}$$

Perhitungan daya dukung ijin tanah untuk pondasi berdasarkan  
meyerhoff  $\phi 0,6 \text{ m}$

Depth (m)	N	N	f <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> x thickness (li)	Σ (f <sub>i</sub> li)
		Average	t/m <sup>2</sup>	t/m	t/m
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0
2	3	3	1.5	1.5	1.5
3	3	3	1.5	1.5	3
4	4	4	2	2	5
5	5	5	2.5	2.5	7.5
6	6	6	3	3	10.5

7	9	9	4.5	4.5	15
8	11	11	5.5	5.5	20.5
9	12	12	6	6	26.5
10	14	14	7	7	33.5
11	15	15	7.5	7.5	41
12	16	16	8	8	49
13	14	14	7	7	56
14	12	12	6	6	62
15	13	13	6.5	6.5	68.5
16	15	15	7.5	7.5	76
17	16	16	8	8	84
18	18	18	9	9	93
19	19	19	9.5	9.5	102.5
20	20	20	10	10	112.5
21	17	17	8.5	8.5	121
22	15	15	7.5	7.5	128.5
23	16	16	8	8	136.5
24	18	18	9	9	145.5
25	18	18	9	9	154.5
26	19	19	9.5	9.5	164
27	9	9	4.5	4.5	168.5
28	18	18	9	9	177.5
29	19	19	9.5	9.5	187
30	20	20	10	10	197

$$\begin{aligned}
 R_f &= U \cdot \sum l_i \cdot f_i = \prod \times 0.6 \times 123.5 \\
 &= 257.166 \quad \text{Ton} \\
 &= 2571.660 \quad \text{Kn}
 \end{aligned}$$

Daya dukung yang diijinkan (Tekan)

$$\begin{aligned}
 Ru &= (Rp + Rf) \\
 &= qd.A + U.\sum li.fi \\
 &= 84.50 + 257.17 \\
 &= 341.6634 \text{ Ton} \\
 &= 3416.634 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung yang diijinkan (Tekan)

$$\begin{aligned}
 Ru &= \frac{1}{3} (Rp + Rf) && \text{Tidak ada Gempa} \\
 &= 113.8878 \text{ Ton} \\
 &= 1138.9 \text{ KN} \\
 Ru &= \frac{1}{2} (Rp + Rf) && \text{Ada gempa} \\
 &= 170.8317 \text{ Ton} \\
 &= 1708.3 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Daya dukung yang diijinkan (tarik)

$$\begin{aligned}
 Ru &= \frac{Rf}{3} && \text{Tidak Ada Gempa} \\
 &= 85.722 \text{ Ton} \\
 &= 857.22 \text{ KN} \\
 Ru &= \frac{Rf}{2} && \text{Ada Gempa} \\
 &= 128.58 \text{ Ton} \\
 &= 1285.8 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Efisiensi Kelompok Tiang

Untuk menghitung daya dukung tiang kelompok direncanakan konfigurasi dan keofisien. Efisiensi tiang kelompok dihitung dengan rumus Converse – Labbare :

$$\eta = 1 - \arctan \left( \frac{D}{k} \right) \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$



$\eta$  = Koefisien efisiensi kelompok tiang pancang  
 $D$  = Diameter tiang pancang  
 $k$  = Jarak antar tiang tegak lurus sumbu x  
 $m$  = Jumlah tiang dalam satu kolom ( buah )  
 $n$  = Jumlah tiang dalam satu baris ( buah )

$$\begin{aligned}
 \eta &= 1 - \arctan \left( \frac{D}{k} \right) \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} \\
 &= 1 - \arctan \left( \frac{0,6}{1,7} \right) \times \frac{(3-1)6 + (6-1)3}{90 \cdot 6 \cdot 3} \\
 &= 1 - \arctan 0,35 \times \frac{12+15}{1620} \\
 &= 0,676
 \end{aligned}$$

Kontrol Kekuatan Tiang Pancang Setelah mendapat  $P$  yang terjadi maka dilakukan analisis kontrol kekuatan tiang pancang terhadap gaya dan momen yang bekerja serta kontrol geser pons untuk mengetahui kemampuan beton menahan geser.

Dari wika pile classification direncanakan tiang pancang beton dengan :

Diameter tiang pancang (D)	= 0,6 m
– Tebal (d)	= 0,1 m
– Kelas	= A
– Mutu beton ( $f_c'$ )	= 49,8 MPa
– Allowable axial load	= 2527 kN
– Bending momen crack	= 170 kN
– Bending momen ultimit	= 255 kN
– Modulus elastisitas beton	= 119948 MPa
– Momen inersia TP	= $1/64 \times \pi \times (D^4 - d^4)$
	= 510509 cm <sup>4</sup>

#### 5.7.1.4 Kontrol Terhadap Gaya Axial Vertikal

Daya dukung suatu tiang harus ditinjau berdasarkan kekuatan tanah tempat tiang pancang ditanam. Hasil daya dukung yang terendah adalah yang menentukan yang dipakai sebagai daya dukung ijin tiang

– Berdasarkan kekuatan bahan

Kekuatan tekan (maksimal) terhadap gaya aksial vertikal untuk tiang pancang Ø0,6 m adalah 2527 kN, sedangkan beban vertikal maksimal yang diterima tiang adalah sebesar 806,9kN

– Berdasarkan daya dukung tanah

Berdasarkan analisa perhitungan daya dukung tanah (data SPT) dari perumusan meyerhoff didapatkan besarnya daya dukung ijin tanah terhadap pondasi tiang pancang prestressed concrete spun pile Ø0,6 m dengan kedalaman 23 m diperoleh  $Q_{ijin}$  seperti yang ditabelkan berikut ini :

### Resume P<sub>ijin</sub> tiang pancang Ø0,6m kedalaman 23m

Data Tanah	Kontrol Tekan Ada Gempa			Kontrol Tekan Tidak ada gempa		
P1	1708.317	>	481.43	1138.878	>	32.55
	OK			OK		
Data Tanah	Kontrol Tarik Ada Gempa			Kontrol Tarik Tidak ada gempa		
P1	1285.830	>	806.90	857.220	>	455.84
	OK			OK		

#### 5.7.1.5 Kontrol Terhadap Gaya Axial Horizontal

Gaya-gaya horisontal (H<sub>x</sub>) diperoleh dari gaya searah jembatan dengan arah sumbu x, diantaranya :  
Beban 100% akibat gempa (struktur atas + pilar)

$$\begin{aligned}
 H_x &= \text{Struktur atas} + \text{Abutment} + \text{Tekanan tanah} \\
 &= 154 + 1090 + 2510 \\
 &= 3755 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sum H_x &= 100 \% H_x + 30\% H_y \\
 &= 3755 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{1 \text{ tiang}} &= \frac{\Sigma H}{\text{jumlah tiang}} \\
 &= \frac{3754.59}{18} \\
 &= 208.588386 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

Kemampuan tambahan tiang menahan gaya horisontal bila diijinkan adanya pergeseran posisi ujung tiang sebesar d.

$$\begin{aligned}
 H_{ijin} &= \frac{k \cdot D \cdot d}{\beta} \\
 k &= 0,2 \times E_o \times D^{-3/4} \times y^{-1/2}
 \end{aligned}$$

E<sub>o</sub> = modulus deformasi tanah pondasi (28N, Nilai N diambil NSPT rata-rata sampai pada kedalaman tiang pancang yang masuk kedalam tanah).

d = pergeseran posisi ujung tiang (cm) = 2,5cm

D = diameter tiang pancang

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4EI}}$$

E = modulus elastisitas beton tiang

I = momen inersia penampang

$$\begin{aligned}
 k &= 0,2 \times E_o \times D^{-3/4} \times d^{-1/2} \\
 &= 0,2 \times 28 \overline{N_{SPT}} \times D^{-3/4} \times d^{-1/2} \\
 &= 0,2 \times 28.11 \times 60^{-3/4} \times 1^{-1/2} \\
 &= 1,82359
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \beta &= \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4EI}} \\
 &= \sqrt[4]{\frac{1,82359 \times 60}{4 \times 119948 \times 510509}} \\
 \beta &= 0,0046
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{ijin} &= \frac{k \cdot D \cdot d}{\beta} \\
 &= \frac{273,54}{0,0046} \\
 &= 594,995 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_{ijin} &= \frac{594,995}{2} \\
 &= 297,497
 \end{aligned}$$

$$H_{1 \text{ tiang}} < H_{ijin} \dots OK$$

$$209 < 297,497 \dots OK$$

Kesimpulan dari perhitungan diatas bahwa H1 tiang < Hijin maka tidak perlu dilakukan pemasangan tiang pancang miring.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dari modifikasi desain struktur dermaga General Cargo, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Dengan bobot kapal rencana 10.000 DWT, ditetapkan dimensi dermaga dengan panjang 160 m, lebar 31.5 m, tinggi apron +3.00 mLWS dan kedalaman air rencana -9.5 mLWS
- b. Panjang Trestle 588 m dengan lebar 11 m.
- c. Dimensi plat dermaga (plat beton) ditetapkan menggunakan ketebalan 35 dan 50 cm. Plat di lintasan trestle 35cm.
- d. Dimensi pile cap (poer) ditetapkan sebagai berikut:

**Tabel 6. 1** Dimensi PileCap Dermaga dan Trestle

Tipe Pile Cap	Dimensi Pile Cap (mm)			Diameter Tiang Pancang (mm)	Posisi Tiang
	bx (mm)	by (mm)	t (mm)		
PC1	2500	2500	2100	1500	Lurus
PC3	1500	1500	1500	914	Lurus

**Tabel 6. 2** Kebutuhan Tulangan Pilecap

Tipe Pile Cap	Dimensi Pile Cap (mm)			Momen	Tulangan	
	bx (mm)	by (mm)	t (mm)		D (mm)	S (mm)
P1	2500	2500	2100	Mx	25	100
				My	25	100
P3	1500	1500	1500	Mx	25	100
				My	25	100

- e. Direncanakan menggunakan tiang pancang pipa baja dengan diameter 1016 mm, 914 mm, dengan ketebalan (t=16 mm),(t=19 mm),(t=14 mm),
- f. Dari analisa pembebanan diperoleh data sebagai berikut:

**Tabel 6. 3** Pembebanan pada Dermaga

Jenis Beban	Nilai	Keterangan
Beban Mati Tambahan		
Berat Fender	1,113 ton	
Beban Hidup		
Air Hujan	50 kg/m <sup>2</sup>	-
Mobile	16,8/m <sup>2</sup>	Sisi laut
Crane	5,8 /m <sup>2</sup>	Sisi darat
Trailer	45T	
Beban Horizontal		
Berthing	29,53 T	
Mooring	21,21 T	
Gempa		Tanah Lunak Zona gempa 3

- g. Dari analisa struktur diperoleh penulangan elemen-elemen struktur yang diuraikan pada tabel berikut:



**Tabel 6. 4** Tabel Kebutuhan Tulangan Pelat

DERMAGA					
PELAT	500mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D22	120	D25	90
	T. LAPANGAN	D22	110	D25	90
PELAT	350mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D22	150	D22	120
	T. LAPANGAN	D22	130	D22	120

TRESTLE					
PELAT	350mm	ARAH X		ARAH Y	
	T.TUMPUAN	D25	180	D25	180
	T. LAPANGAN	D25	90	D25	110

## 6.2. Saran

Dalam penetapan tata letak, posisi tiang pancang hendaknya memperhatikan kemudahan pemasangan (metode pelaksanaan) yang ada di lapangan serta dalam pemilihan atau penentuan diameter tiang pancang di sesuaikan dengan brosur yang tersedia di pasaran dan mempertimbangkan faktor kemudahan dan ekonomis

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## DAFTAR PUSTAKA

Sosrodarsono, S., Nakazawa, K 2000. **Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi**. Jakarta: PT Pradnya Paramita

Setiawan, Agus . **Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LFRD**. Penerbit Erlangga, 2008

**Peraturan Beton Bertulang Indonesia**, 1971. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung

Panitia Tehnik Konstruksi dan Bangunan.2002. **Tata Cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung** (SK SNI 03-2847-2002). Jakarta : Badan Standarisasi Nasional (BSN)

**Standard Design Criteria fo Port in Indonesia, 1984**. Maritime Development Programme Directorate General of Sea Commonications, Jakarta

**Technical Standards For Port and Harbour Facilities in Japan** , Beureau of Ports and Harbours, Ministry of Transport

Badan Standarisasi Nasional, **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung Dan Non Gedung** (SNI 1726 : 2012)

## **BIODATA PENULIS I**



Penulis bernama Rissandy Daniar Pratama Hariyanto, dilahirkan di Surabaya, 11 Agustus 1993 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Wonokusumo Surabaya, SDN Bulak Banteng I Surabaya, SMPN 5 Surabaya dan SMA Barunawati Surabaya. Setelah lulus dari SMA tahun 2011, penulis melanjutkan di Diploma III Teknik Sipil ITS Surabaya dan terdaftar dengan NRP

3111030093. Di Jurusan Diploma III Teknik Sipil ini, penulis mengambil bidang studi Bangunan Transportasi. Penulis aktif dalam kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan baik sebagai peserta maupun panitia.. Penulis telah mengikuti Kerja Praktek di PT. Margabumi Matraraya pada proyek Pelebaran Jalan Tol Kebomas – Manyar, Gresik STA 16+750 – STA 20+218.

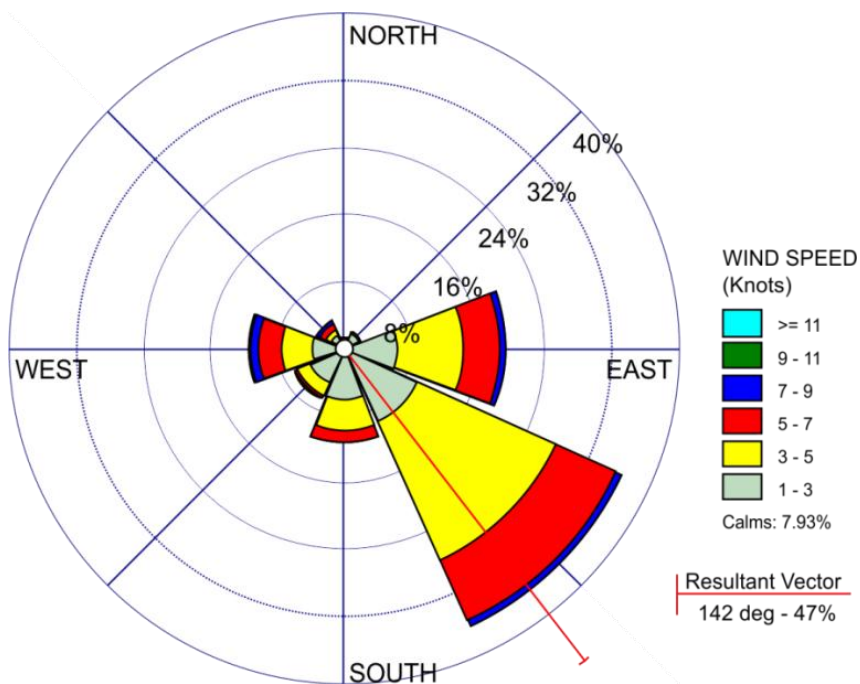
Email: rissandy. daniar.pratama.17310@gmail.com

No. hp : 081334291313

## Prosentase kejadian angin minimum harian perairan Camplong, Selat Madura

Wind Direction		Wind Speed (Knots)						Total
(Blowing from)		1 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	9 - 11	>= 11	
337.50 - 22.50	Utara	1.21	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	1.30
22.50 - 67.50	Timur Laut	2.07	0.22	0.01	0.00	0.00	0.00	2.30
67.50 - 112.50	Timur	6.45	7.79	4.32	0.74	0.02	0.00	19.32
112.50 - 157.50	Tenggara	9.65	18.15	7.84	0.73	0.01	0.00	36.38
157.50 - 202.50	Selatan	6.01	3.69	1.46	0.03	0.00	0.00	11.20
202.50 - 247.50	Baratdaya	4.49	1.61	0.31	0.03	0.01	0.00	6.45
247.50 - 292.50	Barat	3.76	3.75	2.75	0.86	0.30	0.07	11.48
292.50 - 337.50	Baratlaut	1.66	0.80	0.76	0.26	0.13	0.04	3.64
Sub-Total:		35.29	36.10	17.46	2.65	0.47	0.10	92.07
Calms:								7.93
Missing/Incomplete:								0.00
Total:								100.00

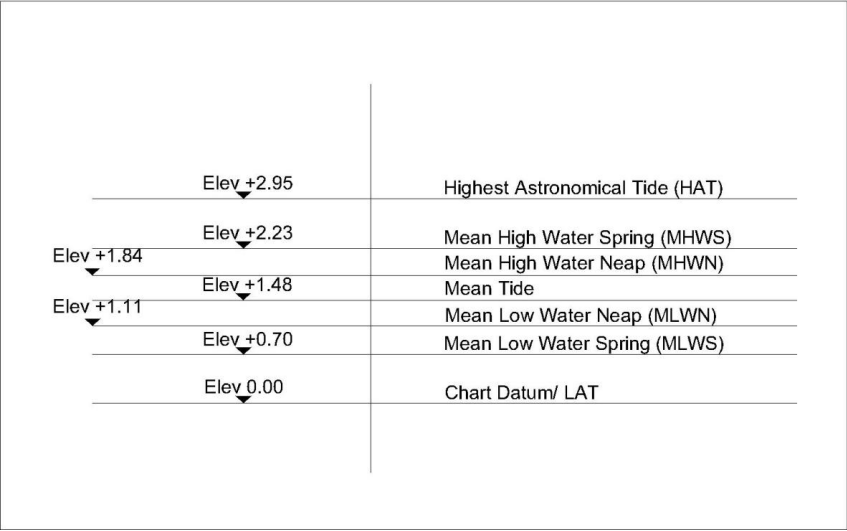
Dari prosentase kejadian angin tersebut, di gambarkan windrose (mawar angin) dapat dilihat pada gambar 3.3.



**Mawar angin (Windrose) perairan Sampang, Selat Madura (2004-2013)**

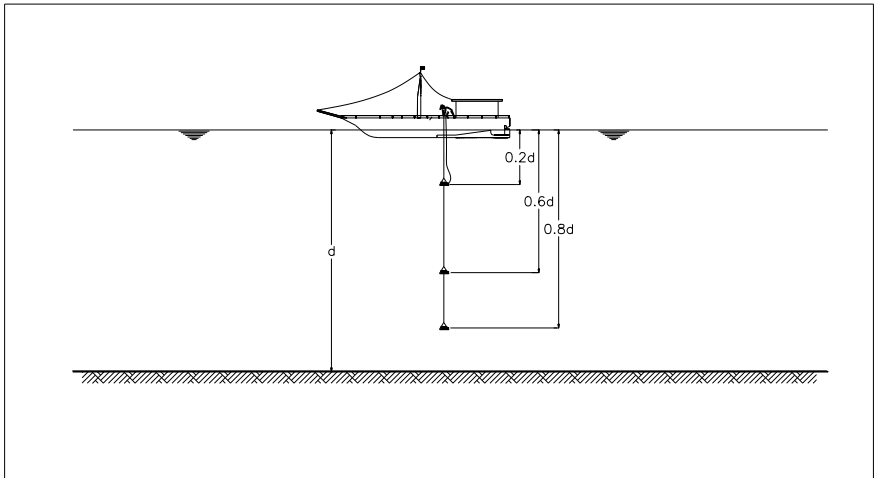
**Periode ulang tinggi gelombang signifikan (Hs) dan  
tinggi gelombang maksimum (Weibull) dari data  
angin maksimum harian**

Periode Ulang	Hs (m)	Ts (dt)	Hmax (m)	Tmax (dt)
1	1.02	5.35	1.77	6.64
3	1.23	5.80	2.13	7.23
5	1.37	6.10	2.38	7.62
10	1.58	6.56	2.75	8.22
25	1.89	7.24	3.30	9.12
50	2.15	7.81	3.76	9.86
100	2.43	8.40	4.24	10.64



**Level Pasang Surut di Perairan Camplong**





### **: Arus Diukur pada Tiga Kedalaman Laut**

Berikut ini adalah resume hasil kecepatan arus maksimum dan minimum pada masing-masing kondisi serta ditampilkan pula mawar arusnya pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.

1. Kecepatan arus titik 1 maksimum 0.25 m/s dan minimum adalah 0.09 m/s
2. Kecepatan arus titik 2 maksimum 0.26 m/s dan minimum adalah 0.13 m/s



**Peta Titik Bor dipindah pada Peta Bathymetri**

Table 1 : Bor and SPT titik B - 1

Bore No. : B - 1  
Project : SAMPANG SHOREBASE  
Location : KABUPATEN SAMPANG  
Elevation : - 1.00 m LWS  
of sea bed

BORE LOG

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration		DESCRIPTION			
		Test (SPT)	N / 30 cm				
0		0	20	40	60	80	
1							Batu
2							Pasir Kelanauan sedikit kulit kerang
3		17					
4							
5		11					Batu Karang
6		14					
7							
8		9					Lanau Kelempungan dengan Pasir
9							
10		12					
11							Lanau Kelempungan
12		13					
13							
14		10					
15							
16		14					
17							
18		16					
19							
20		11					
21							
22		14					
23							Lanau Kelempungan sedikit kulit keran
24		18					
25							
26		19					
27							
28		20					
29							
30		24					
31							
32		22					
33							
34		21					
35							
36		25					
37							
38		22					
39							
40		26					

Table 2 : Bor and SPT titik B - 2


Bore No. : B - 2  
Project : SAMPANG SHOREBASE  
Location : KABUPATEN SAMPANG  
Elevation : - 6.00 m LWS  
of sea bed

BORE LOG

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration	DESCRIPTION
		Test (SPT) N / 30 cm	
0		0 20 40 60 80	
1			
2		2	
3			
4		2	
5			
6		3	
7			
8		4	Lanau Kelempungan
9			
10		5	
11			
12		6	
13			
14		9	
15			
16		14	
17			
18		20	Lanau Kelempungan sedikit Pasir
19			
20		17	
21			
22		19	Pasir, Lanau, Lempung
23			
24		25	Lanau Kelempungan sedikit Pasir dan kulit kerang
25			
26		23	
27			
28		22	Lanau Kelempungan
29			
30		20	

<b>Table 2 : Bor and SPT titik B - 2</b>		<b>(Lanjutan)</b>			
Bore No. :	B - 2				
Project :	SAMPANG SHOREBASE				
Location :	KABUPATEN SAMPANG				
Elevation :	- 6.00 m LWS				
of sea bed					

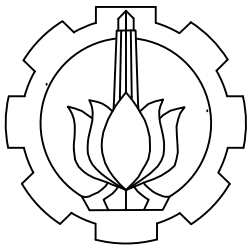
**BORE LOG**

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration				DESCRIPTION	
		Test (SPT)					
		N / 30 cm					
		0	20	40	60	80	
30			20				Lanau Kelempungan
31							
32			21				
33							
34			19				
35							Lanau Kelempungan sedikit Pasir
36			16				
37							
38			21				
39							
40			28				Lanau Kelempungan
41							
42			30				
43							
44			31				
45							Lanau Kelempungan
46			33				
47							
48			28				
49							
50			28				Lanau Kelempungan
51							
52			21				
53							
54			21				
55							Lanau Kelempungan
56			25				
57							
58			23				
59							
60			28				

Bore No.	: B - 3
Project	: SAMPANG SHOREBASE
Location	: KABUPATEN SAMPANG
Elevation	: - 7.50 m LWS
of sea bed	

**BORE LOG**

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N / 30 cm	DESCRIPTION
0		0 20 40 60 80	
1			Lanau Kelempungan sedikit kulit kerang
2		3	
3			
4		4	
5			
6		5	
7			
8		11	
9			
10		4	
11			
12		16	
13			
14		12	
15			
16		15	
17			Lanau Kelempungan
18		18	
19			
20		20	
21			
22		15	
23			
24		18	
25			
26		19	
27			
28		18	
29			
30		20	
31			
32		22	
33			Lanau Kelempungan sedikit Pasir dan kulit kerang
34		21	
35			
36		27	
37			Lanau Kelempungan
38		24	
39			
40		29	



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

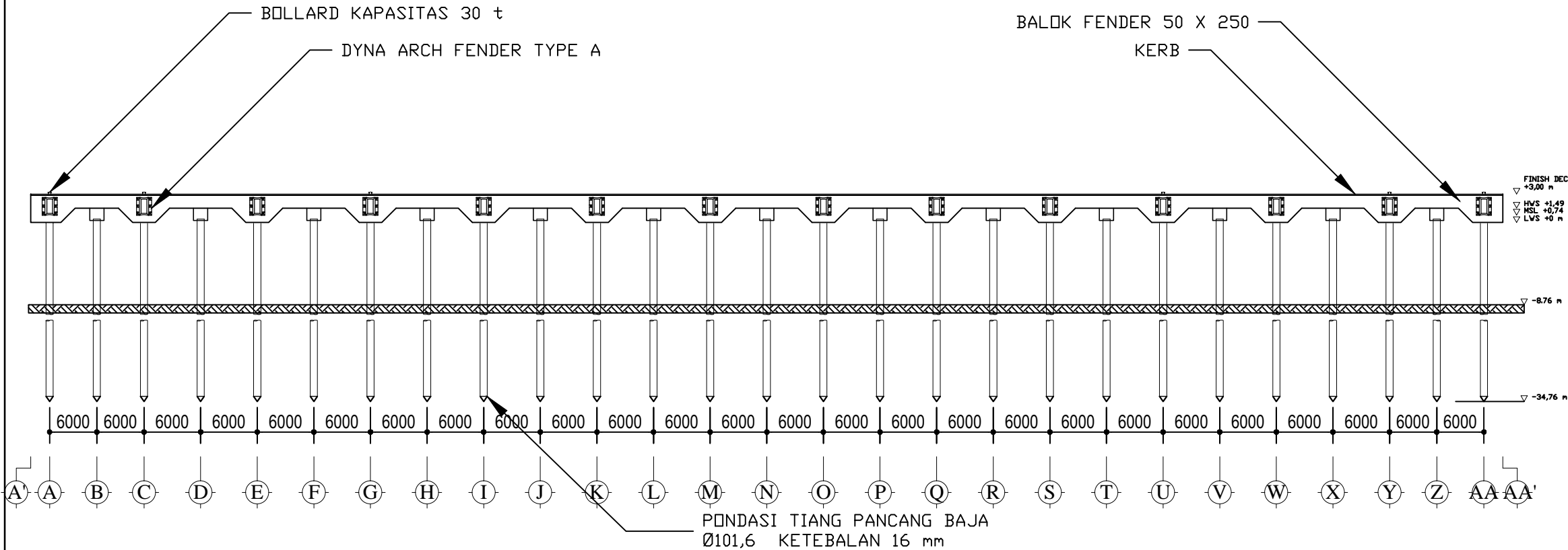
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

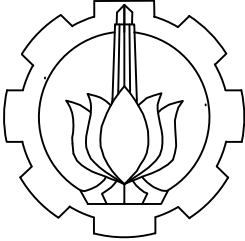
KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

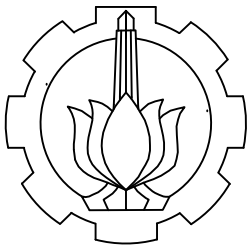
JUDUL GAMBAR	SKALA
TAMPAK DEPAN DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	3



TAMPAK DEPAN DERMAGA  
Skala 1 : 500

NO	KODE GAMBAR	NO. LEMBAR	JUDUL GAMBAR	 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL BANGUNAN TRANSPORTASI	
01	STR	01	PETA BATHIMETRI & LAYOUT LOKASI DERMAGA		
02	STR	02	LAYOUT DERMAGA DAN TRESTLE	JUDUL PROYEK AKHIR	MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN SAMPANG - MADURA
03	STR	03	TAMPAK DEPAN DERMAGA		
04	STR	04	POTONGAN MELINTANG DERMAGA	DOSEN PEMBIMBING I :	IR. CHOMAEDHI, CES.GEO
05	STR	05	POTONGAN MEMANJANG DERMAGA		
06	STR	06	PONDASI TIANG PANCANG DERMAGA	DOSEN PEMBIMBING II :	R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT
07	STR	07	DENAH PILECAP DERMAGA		
08	STR	08	DENAH BALOK DERMAGA	MAHASISWA :	RISSANDY DANJAR PRATAMA H.
09	STR	09	DENAH PELAT DERMAGA		
10	STR	10	DETAIL TULANGAN BALOK DERMAGA	3115040619	KETERANGAN
11	STR	11	DETAILTULANGAN BALOK DERMAGA		
12	STR	12	DETAIL PILECAP	Mutu baja tulangan : Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa MUTU BAJA BJ 55 Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali disebutkan lain	JUDUL GAMBAR          SKALA
13	STR	13	DETAIL PELAT		
14	STR	14	DETAIL FENDER	KODE GAMBAR	LEMBAR
15	STR	15	DETAIL BOLLARD		
16	STR	16	POTONGAN MELINTANG TRESTLE		
17	STR	17	DENAH TIANG PANCANG DAN PILECAP		
18	STR	18	DENAH BALOK DAN PELAT		
19	STR	19	DETAIL PELAT		
20	STR	20	DETAIL TULANGAN BALOK TRESTLE		
21	STR	21	DETAIL TULANGAN PILECAP		





FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

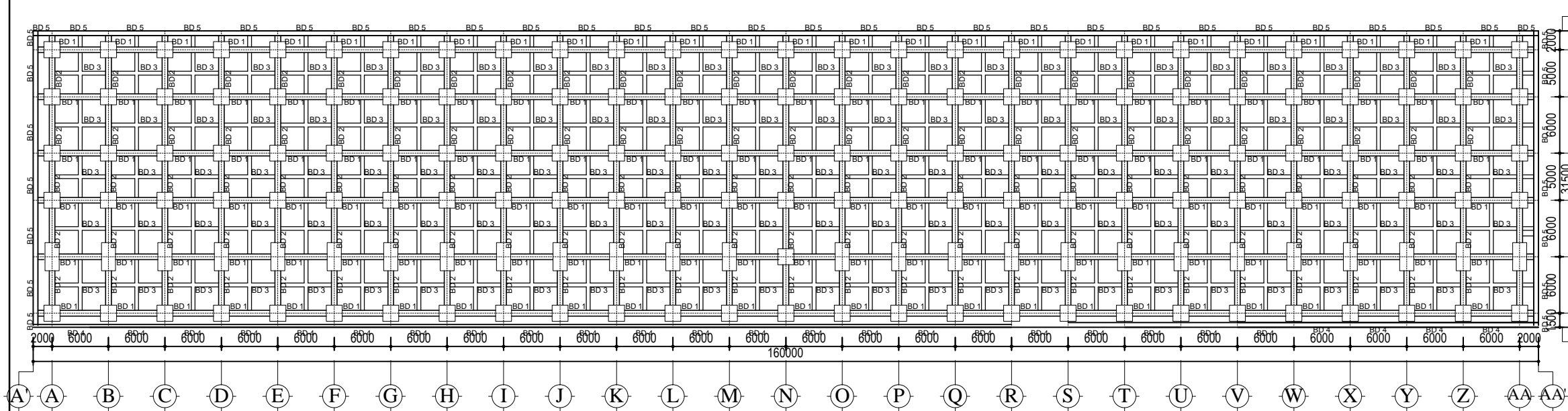
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.


3115040619

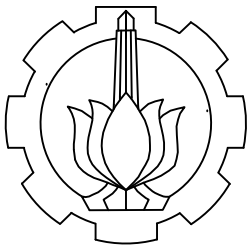
KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	8



 DENAH BALOK DERMAGA  
Skala 1 : 500



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

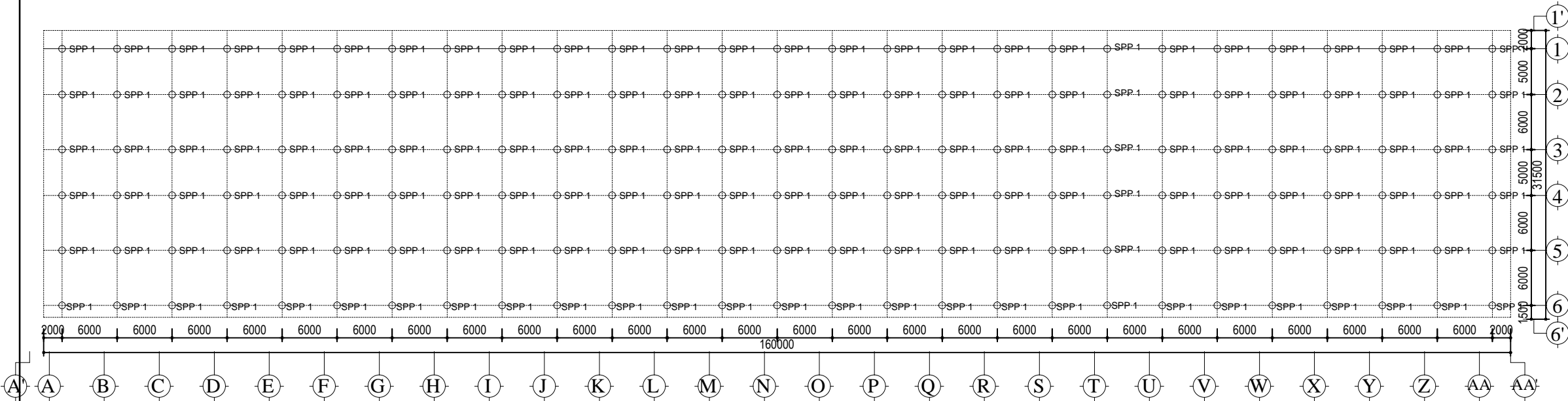
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

3115040619

KETERANGAN

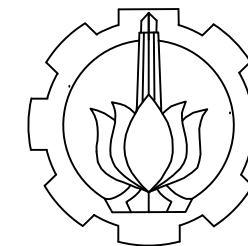
Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PONDASI TIANG PANCANG DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	6



PONDASI TIANG PANCANG DERMAGA

Skala 1 : 500



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

### KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR

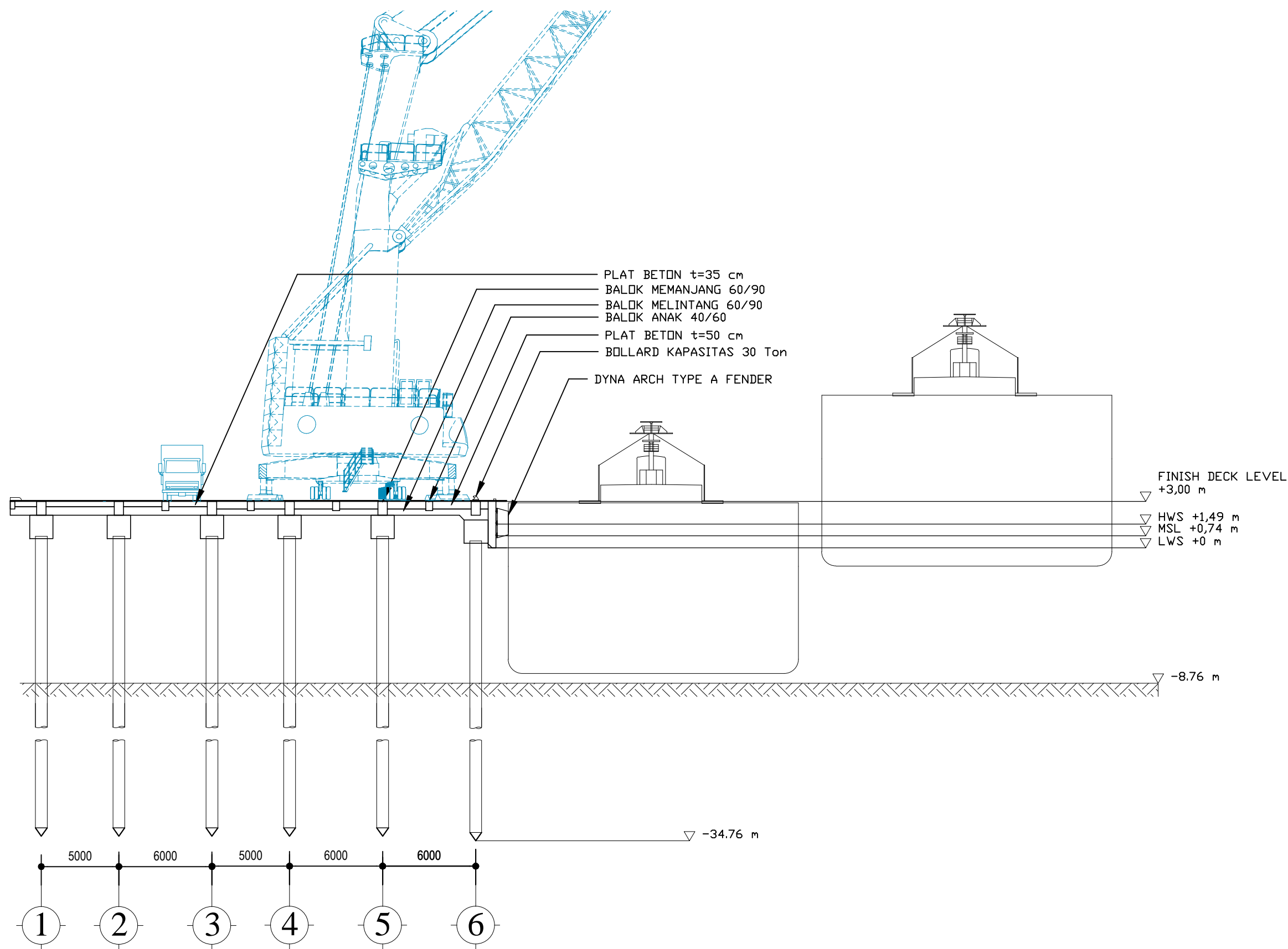
SKALA

**POTONGAN MELINTANG  
DERMAGA**

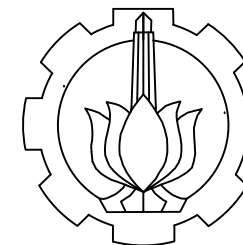
KODE GAMBAR

LEMBAR

4



POTONGAN MELINTANG JETTY (J - J)  
Skala 1 : 250



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

### KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR

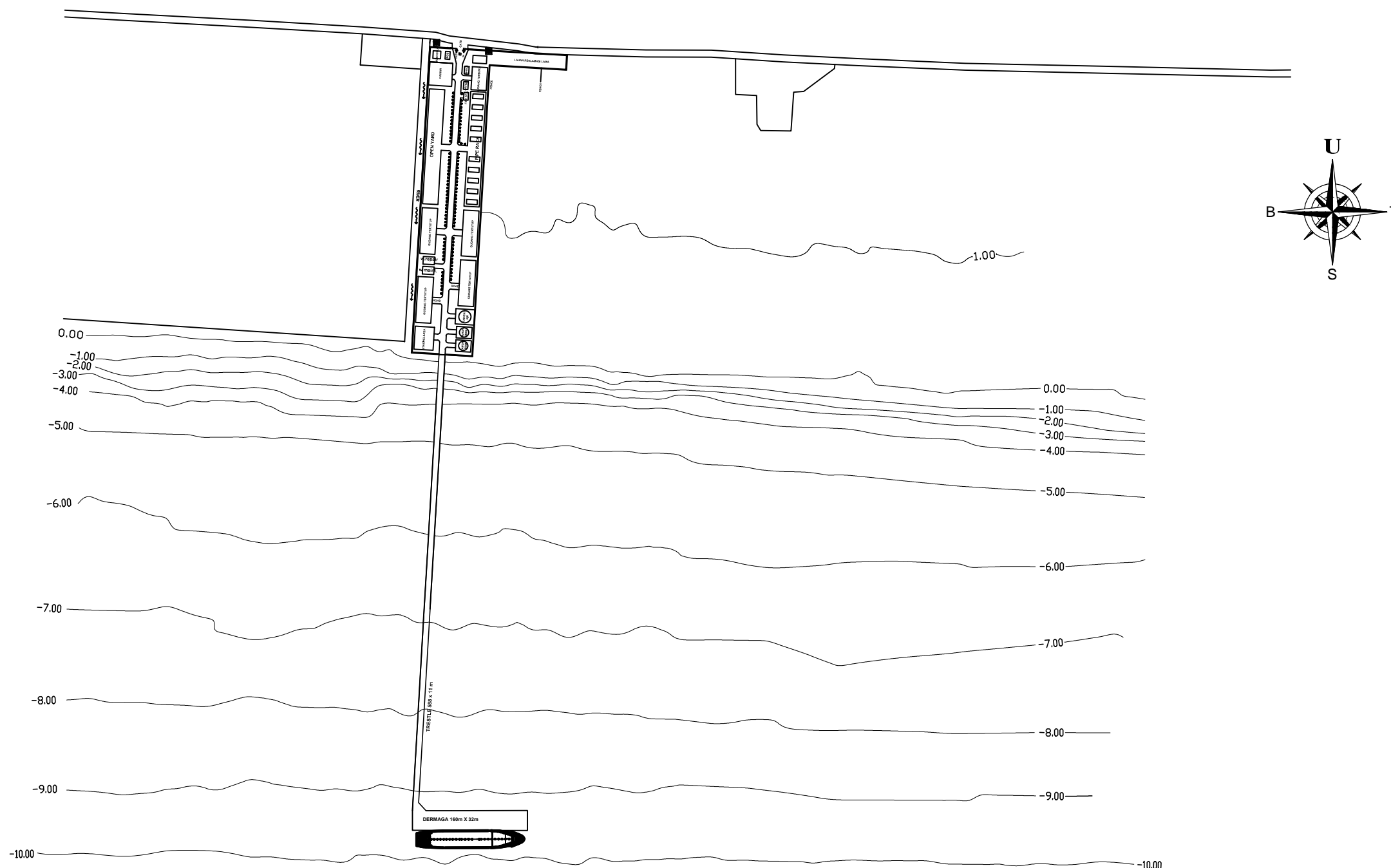
SKALA

LAYOUT LOKASI  
DERMAGA

KODE GAMBAR

LEMBAR

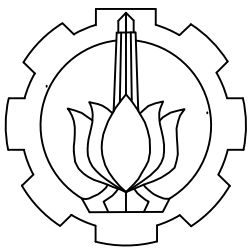
1



LAYOUT LOKASI DERMAGA

Skala Grafis

0 100 200m



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \text{Ø}13$  mm,  $f_y = 400$  Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR

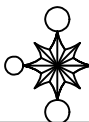
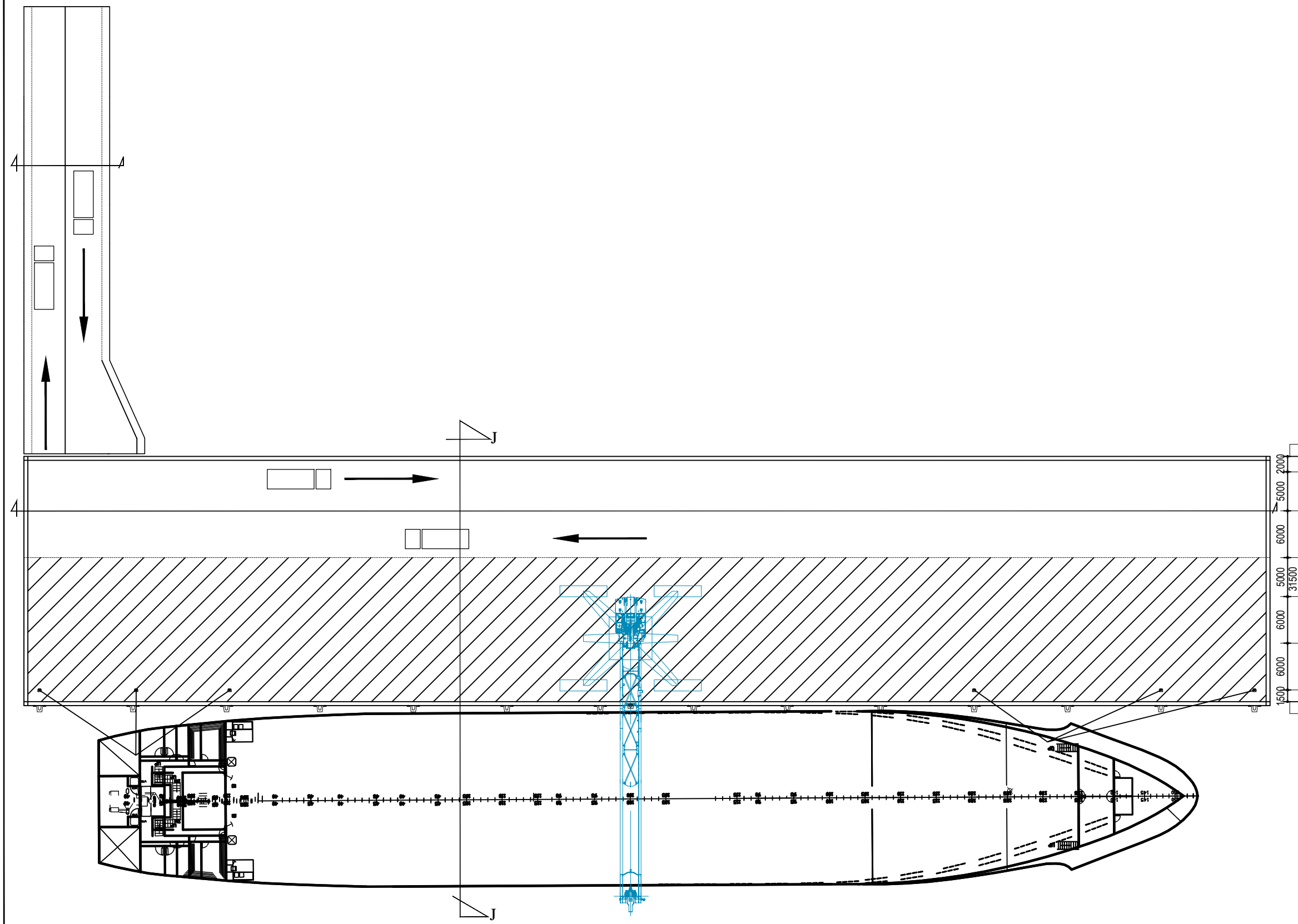
SKALA

LAYOUT DERMAGA &  
TRESTLE

KODE GAMBAR

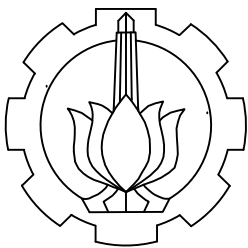
LEMBAR

2



LAYOUT DERMAGA & TRESTLE

Skala 1 : 500



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

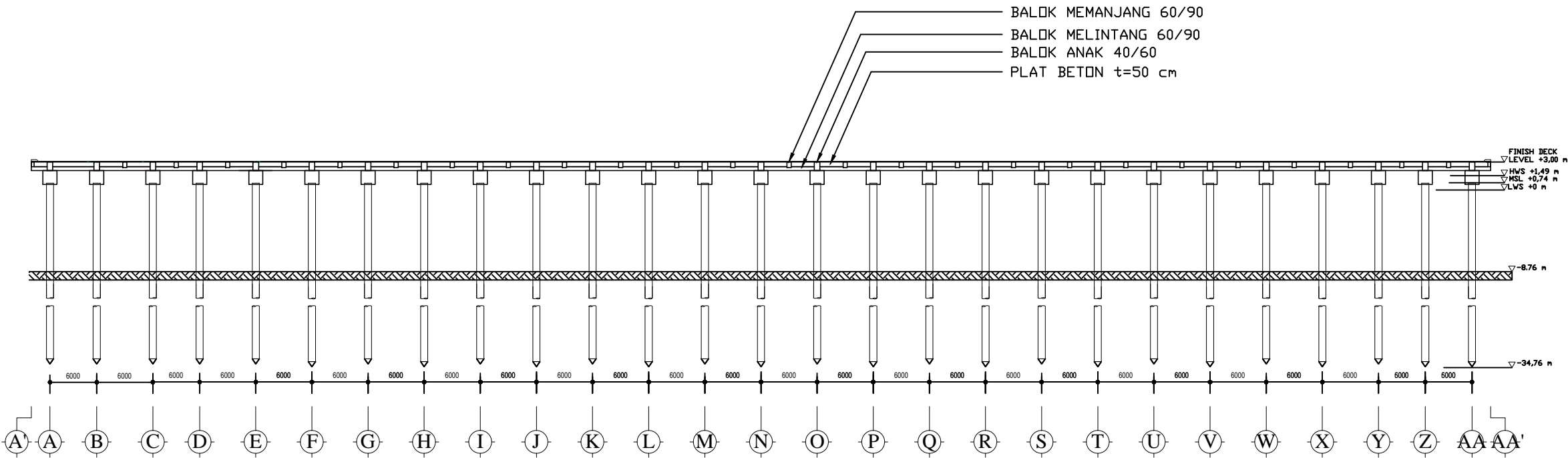
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

3115040619

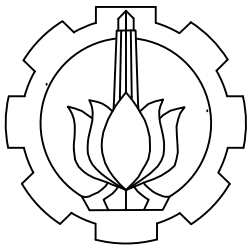
KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MEMANJANG DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	5



 POTONGAN MEMANJANG JETTY (2-2)  
Skala 1 : 500



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

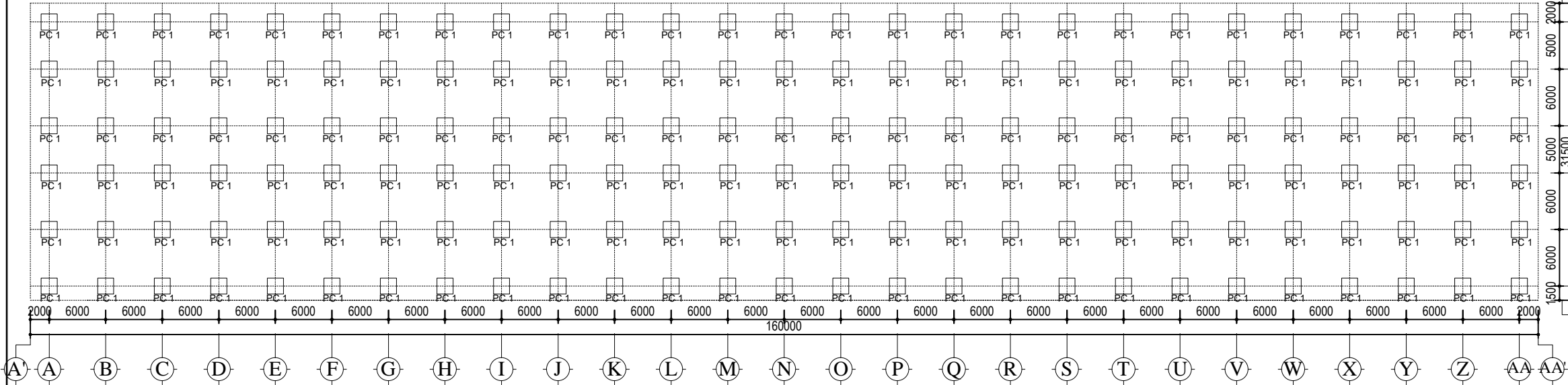
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

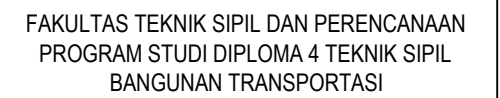
KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH PILECAP DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	7



DENAH PILECAP DERMAGA  
Skala 1 : 500



MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

KETERANGAN

Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
 Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  Mpa  
 MUTU BAJA BJ 55  
 Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
 disebutkan lain

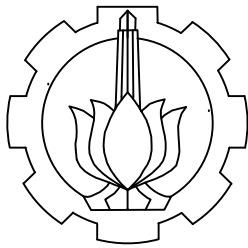
SKALA

#### KODE GAMBAR

LEMBAR
--------







FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

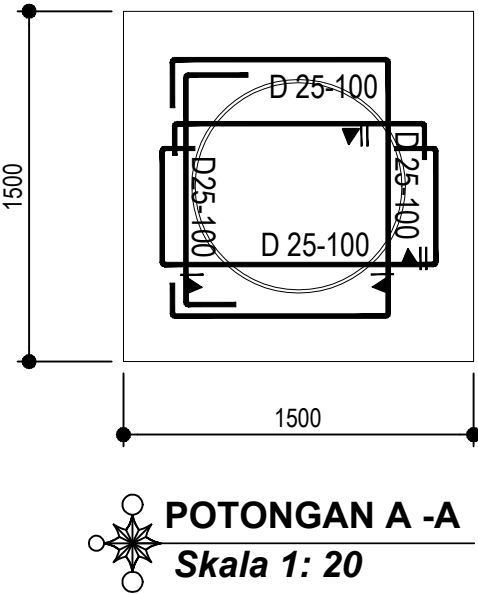
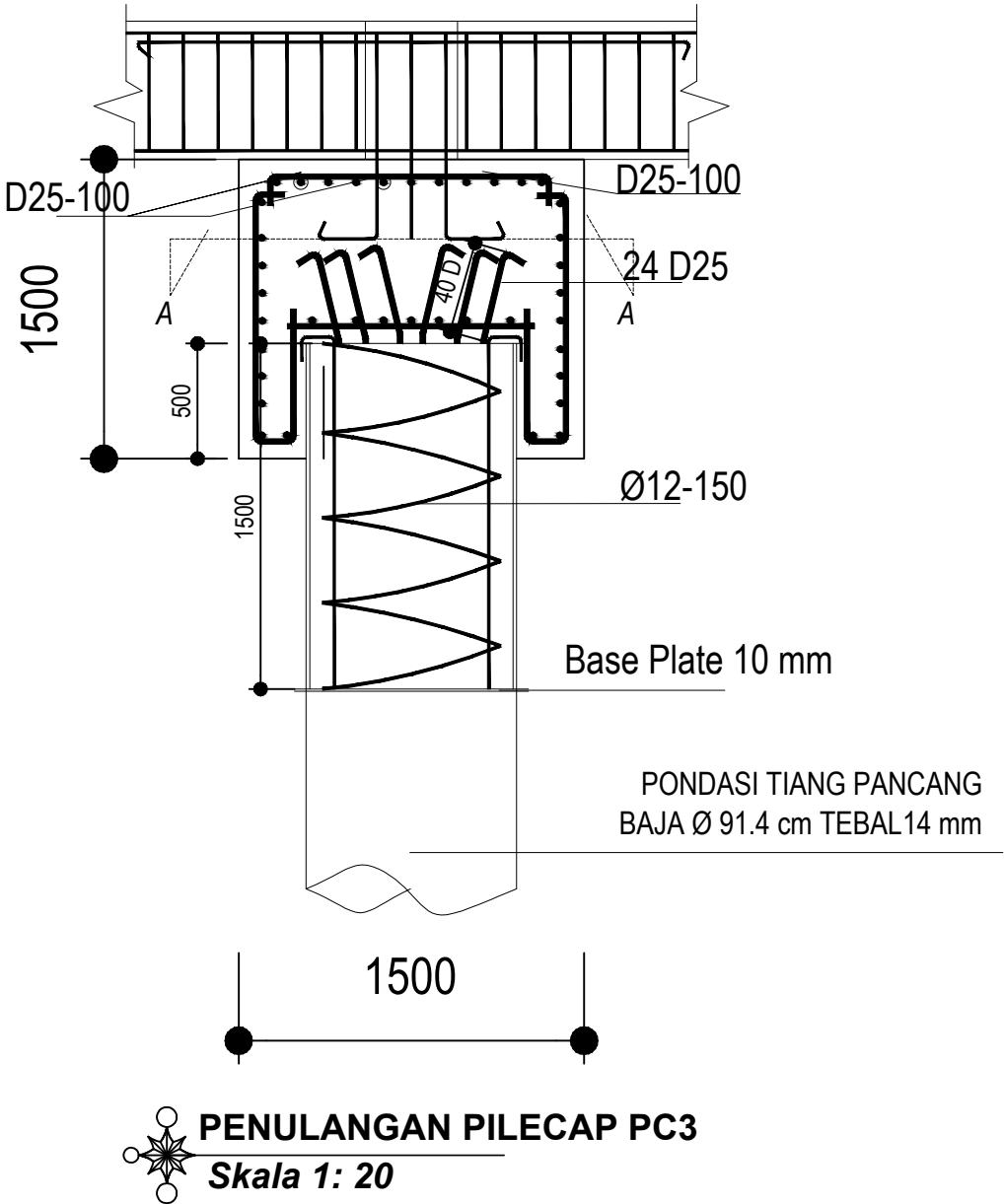
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

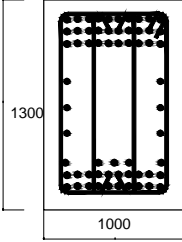
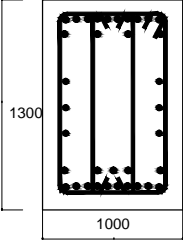
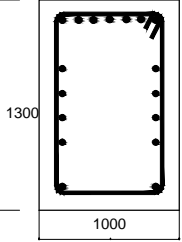
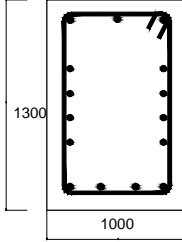
3115040619

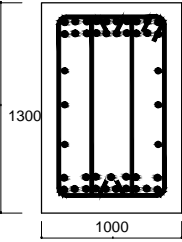
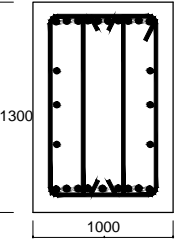
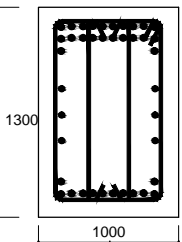
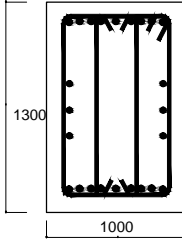
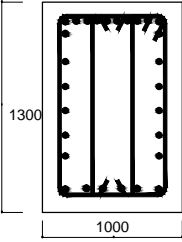
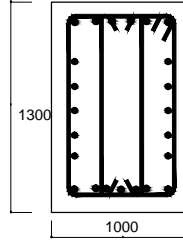
KETERANGAN

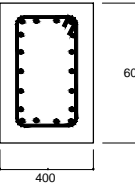
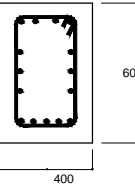
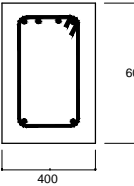
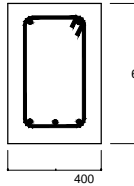
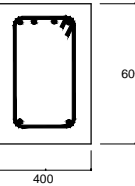
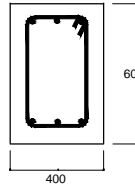
Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL PILECAP	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	21

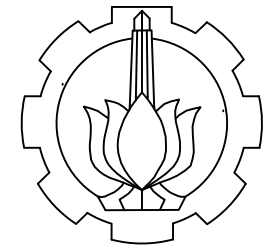


TYPE	BALOK MEMANJANG DERMAGA (BD 1) 6m		BALOK MEMANJANG DERMAGA (BD 1) 2m	
DIMENSI	600 X 900		450 X 600	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
TEBAL SELIMUT	70	70	70	70
TUL. LENTUR ATAS	30 D32	14 D32	7 D25	3 D25
TUL. LENTUR BAWAH	25 D32	15 D32	2 D25	4 D25
TUL. GESER	4kaki Ø19 - 150	4kaki Ø19 - 190	2kaki Ø13 - 100	2kaki Ø13 - 150
TUL. TORSI	6 D25	6 D25	8 D22	8 D22

TYPE	BALOK MELINTANG DERMAGA (BD 2) 6m		BALOK MELINTANG DERMAGA (BD 2) 5m		BALOK MELINTANG DERMAGA (BD 2) 2m	
DIMENSI	600 X 900		600 X 900		600 X 900	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
COVER	70	70	70	70	70	70
TUL. LENTUR ATAS	22 D29	9 D29	22 D29	9 D29	12 D25	6 D25
TUL. LENTUR BAWAH	17 D29	10 D29	12 D29	9 D29	4 D25	7 D25
TUL. GESER	4kaki Ø13 - 90	4kaki Ø13 - 130	4kaki Ø13 - 90	4kaki Ø13 - 130	4kaki Ø13 - 80	4kaki Ø13 - 90
TUL. PUNTIR	6 D25	6 D29	6 D29	6 D29	10 D29	10 D29

TYPE	BALOK ANAK DERMAGA (BD 3) 3m		BALOK ANAK DERMAGA (BD 3) 2.5m		BALOK ANAK DERMAGA (BD 3) 2m	
DIMENSI	400 X 600		400 X 600		400 X 600	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
COVER	70	70	70	70	70	70
TUL. LENTUR ATAS	6 D22	4 D22	4 D16	2 D16	4 D16	3 D16
TUL. LENTUR BAWAH	6 D22	5 D22	2 D16	3 D16	2 D13	3 D13
TUL. GESER	2kaki Ø10 - 250	2kaki Ø10 - 250	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 150	2kaki Ø10 - 150	2kaki Ø10 - 150
TUL. PUNTIR	6 D13	6 D13	-	-	-	-

 **DETAIL PENULANGAN BALOK DERMAGA**  
Skala 1 : 150



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

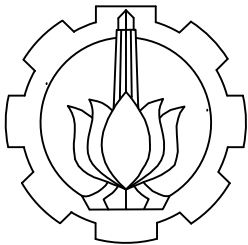
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

3115040619

### KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN BALOK DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	10



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

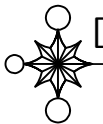
3115040619

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

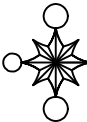
JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN BALOK DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	11

TYPE	BALOK SAMPING DERMAGA (BD 5) 6m		BALOK SAMPING DERMAGA (BD 5) 5m		BALOK SAMPING DERMAGA (BD 2) 6m	
DIMENSI	300 X 500		300 X 500		300 X 500	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN						
COVER	300 X 500	300 X 500	300 X 500	300 X 500	300 X 500	300 X 500
TUL. LENTUR ATAS	4 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16
TUL. LENTUR BAWAH	3 D16	3 D16	2 D16	2 D16	2 D13	2 D13
TUL. GESER	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 150	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 150	2kaki Ø10 - 150
TUL. PUNTIR	-	-	-	-	4 D13	4 D13

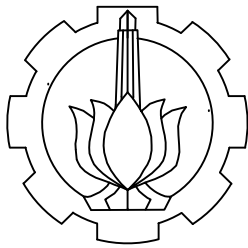


DETAIL PENULANGAN BALOK DERMAGA  
Skala 1 : 150

TYPE	BALOK LISTPLANK DERMAGA (BD 4) 6m		BALOK LISTPLANK DERMAGA (BD 4) 6m	
DIMENSI	500 x 2500		500 x 2500	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
COVER	500 x 2500	500 x 2500	500 x 2500	500 x 2500
TUL. LENTUR ATAS	6 D19	3 D19	7 D19	2 D19
TUL. LENTUR BAWAH	5 D19	7 D19	2 D19	7 D19
TUL. GESER	2kaki Ø13 - 150	2kaki Ø13 - 200	2kaki Ø13 - 150	2kaki Ø13 - 150
TUL. PUNTIR	10 D22	10 D22	10 D22	10 D22



DETAIL PENULANGAN BALOK DERMAGA  
Skala 1:450



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

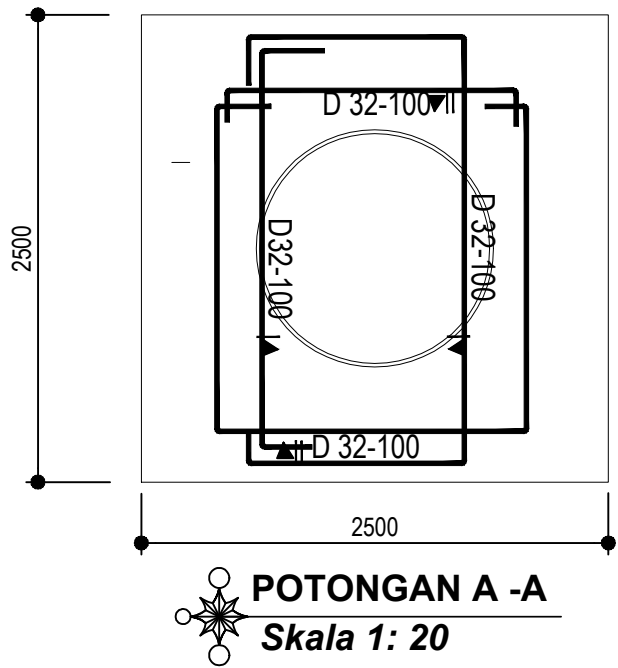
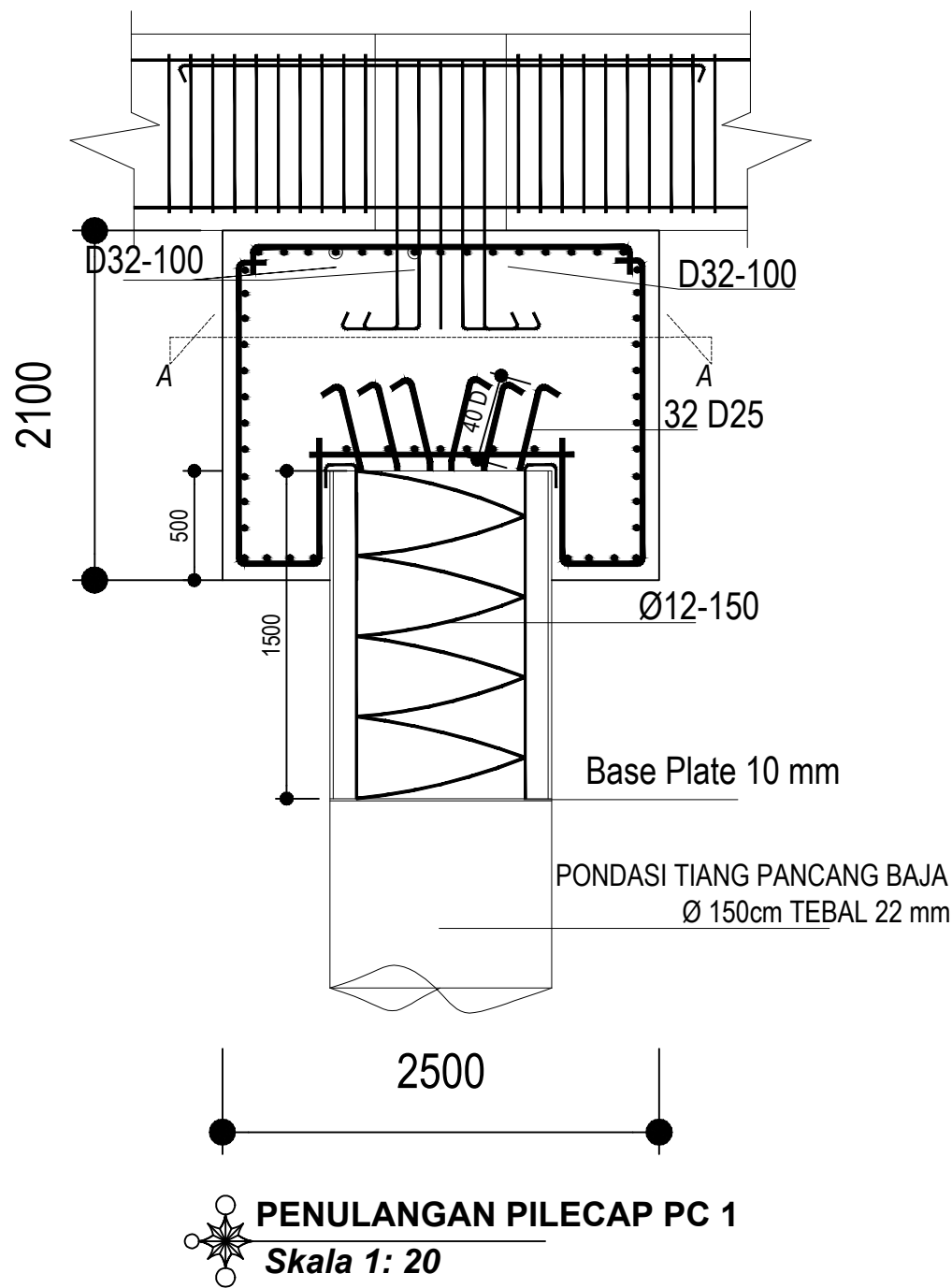
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

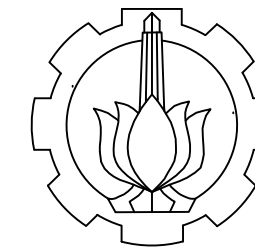
3115040619

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL PILECAP	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	12





FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

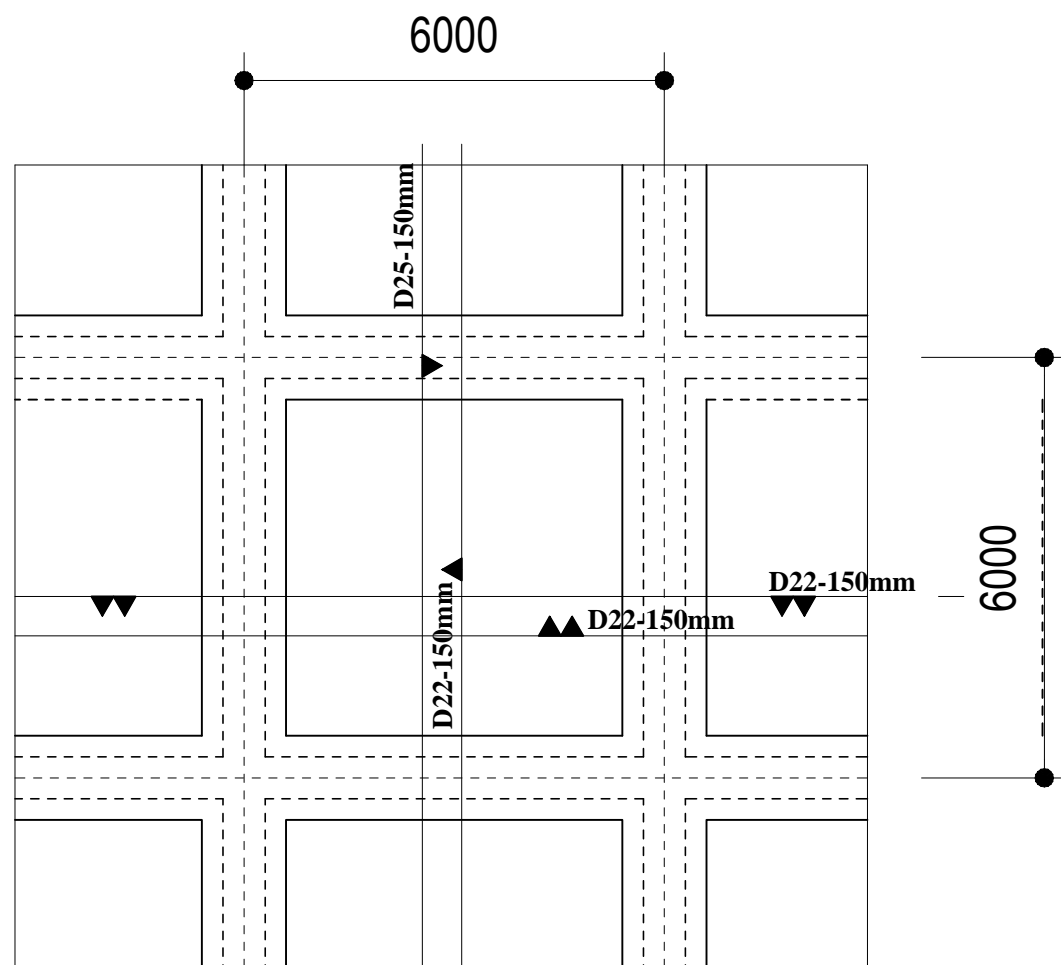
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

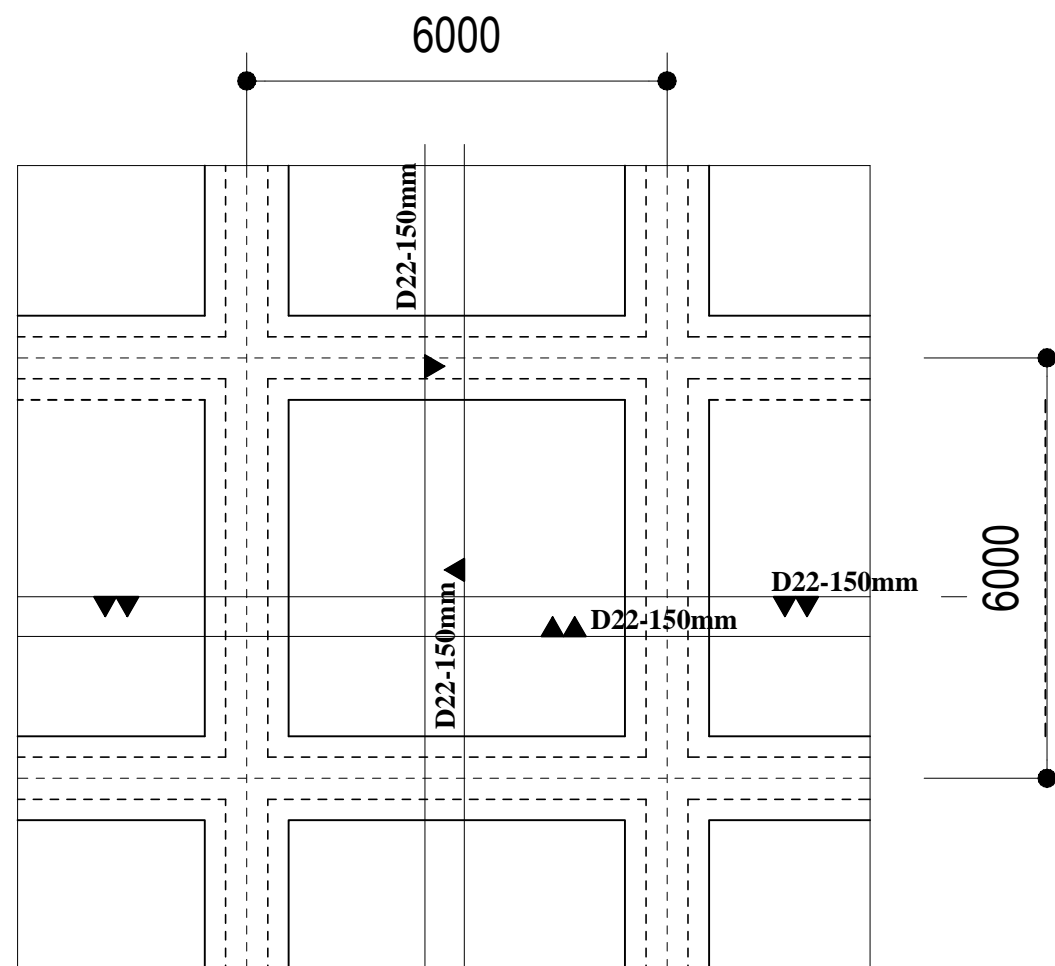
### KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL PELAT DERMAGA	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	13



DETAIL PLAT DERMAGA 500mm  
Skala 1 : 100



DETAIL PLAT DERMAGA 350mm  
Skala 1 : 100



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

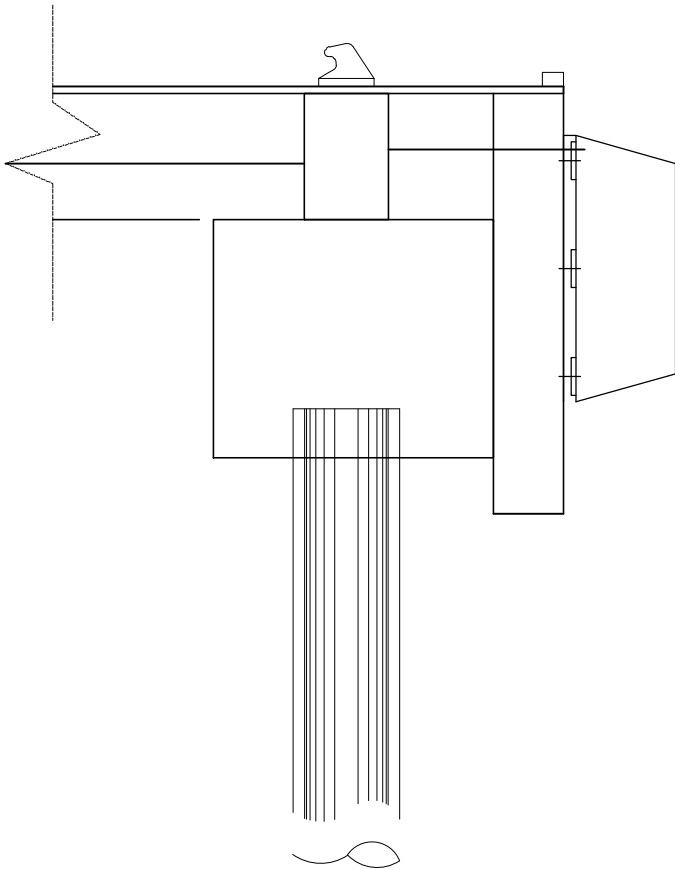
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

3115040619

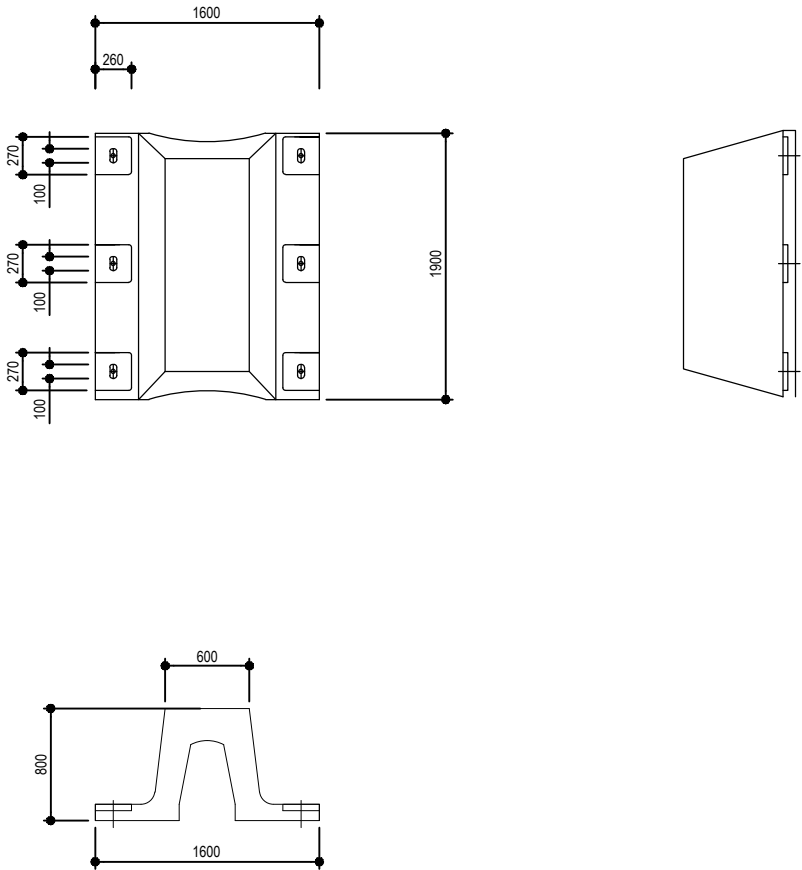
KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

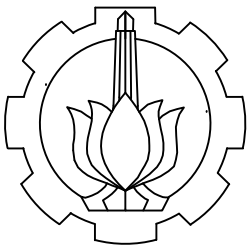
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK TRESTLE DENAH PELAT TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	14



TAMPAK SAMPING POSISI FENDER  
Skala 1 : 50



DETAIL FENDER TYPE A DYNA ARCH  
Skala 1 : 50



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR

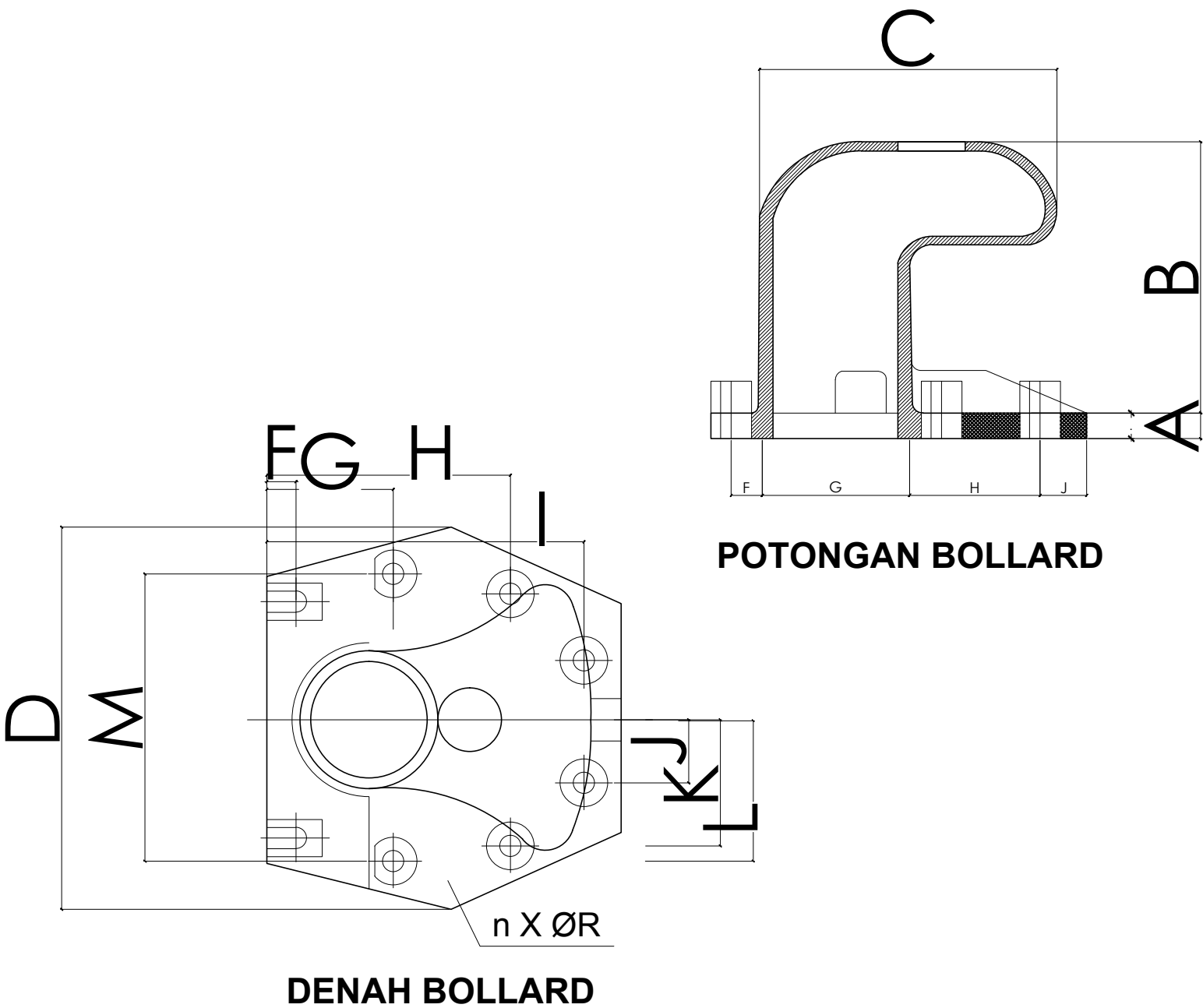
SKALA

DETAIL BOLLARD

KODE GAMBAR

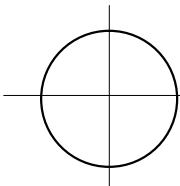
LEMBAR

15



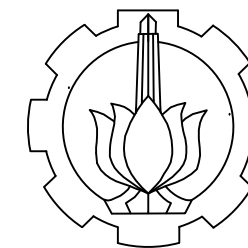
STANDARD TABEL PERFORMANCE ( BOLLARD CV TYPE TEE 6 BOLT )

Type	S.W.L Ton													
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
CV - 50	50	57	250	366	457	396	53	-	242	343	0	159	-	351



DETAIL BOLLARD

SKALA 1 : 50



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

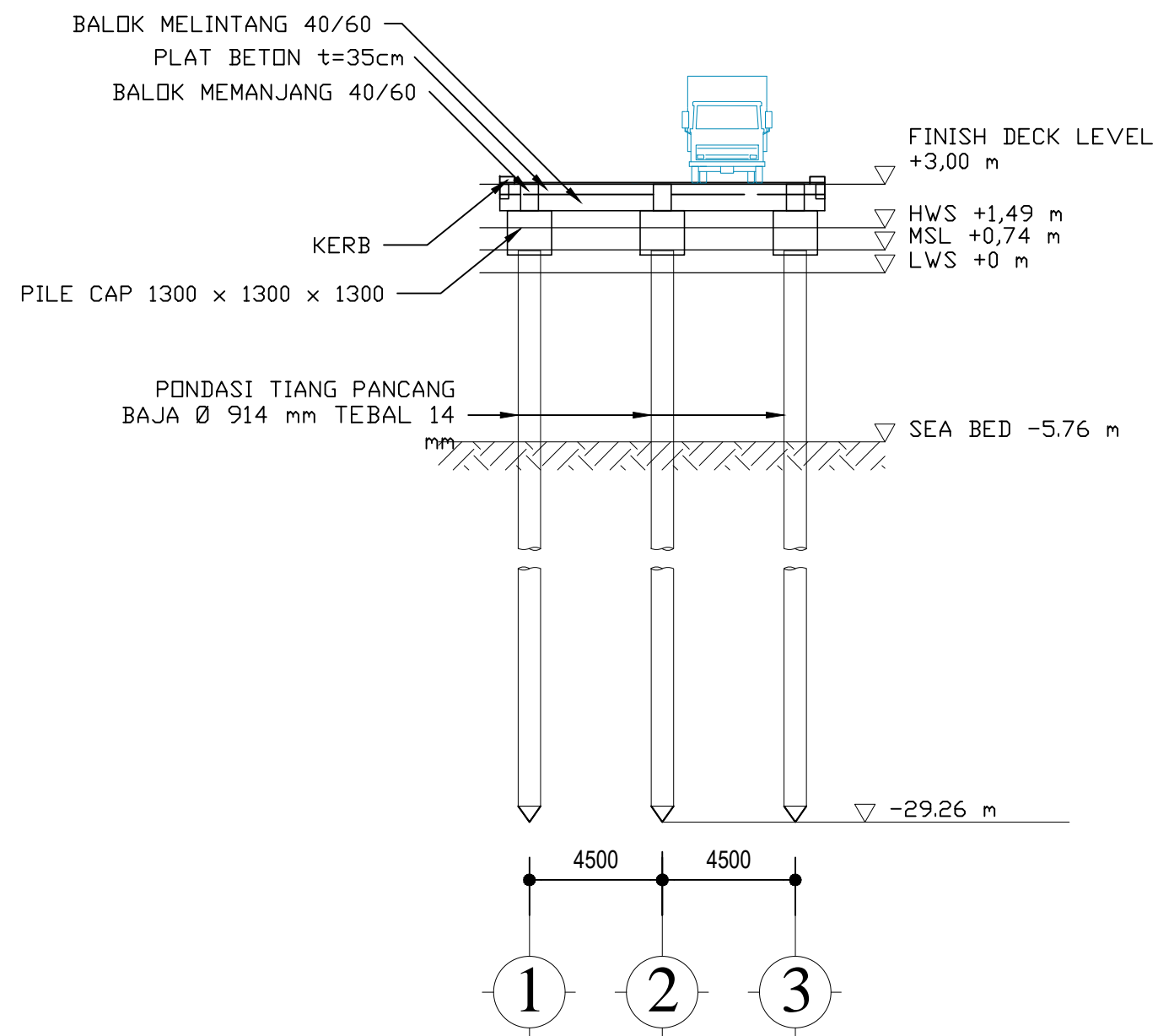
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

### KETERANGAN

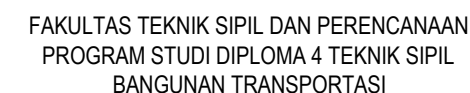
Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN MELINTANG TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	16



 POTONGAN MELINTANG TRESTLE (B - B)  
Skala 1 : 200





MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

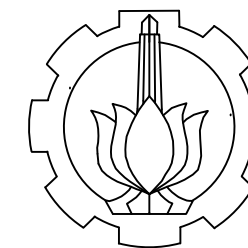
RISSANDY DANAR PRATAMA H.

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
 Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
 Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
**MUTU BAJA BJ 55**  
 Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
 disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK TRESTLE DENAH PELAT TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR





FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

### JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

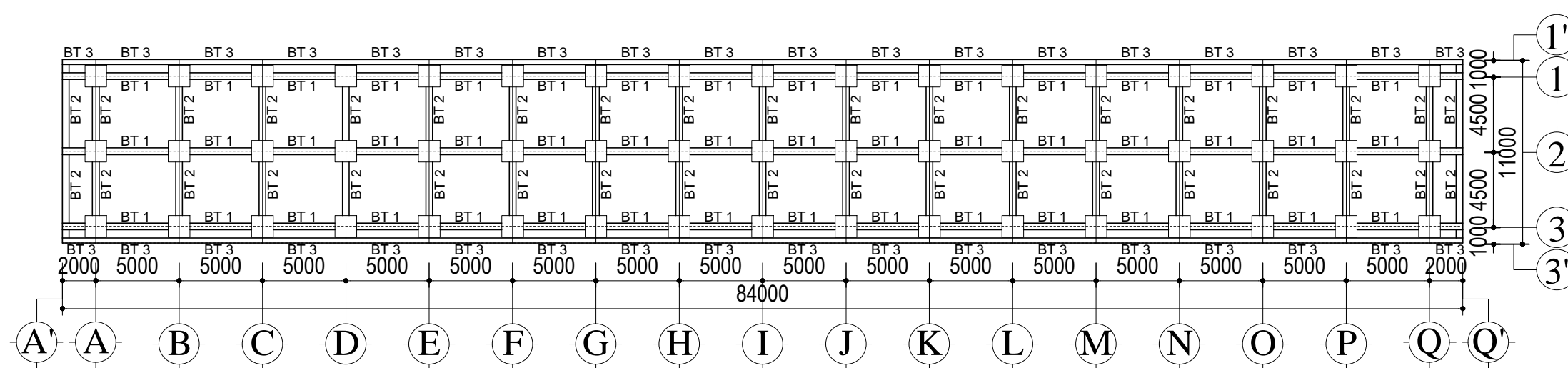
RISSANDY DANIAN PRATAMA H.

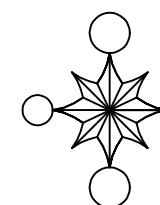
3115040619

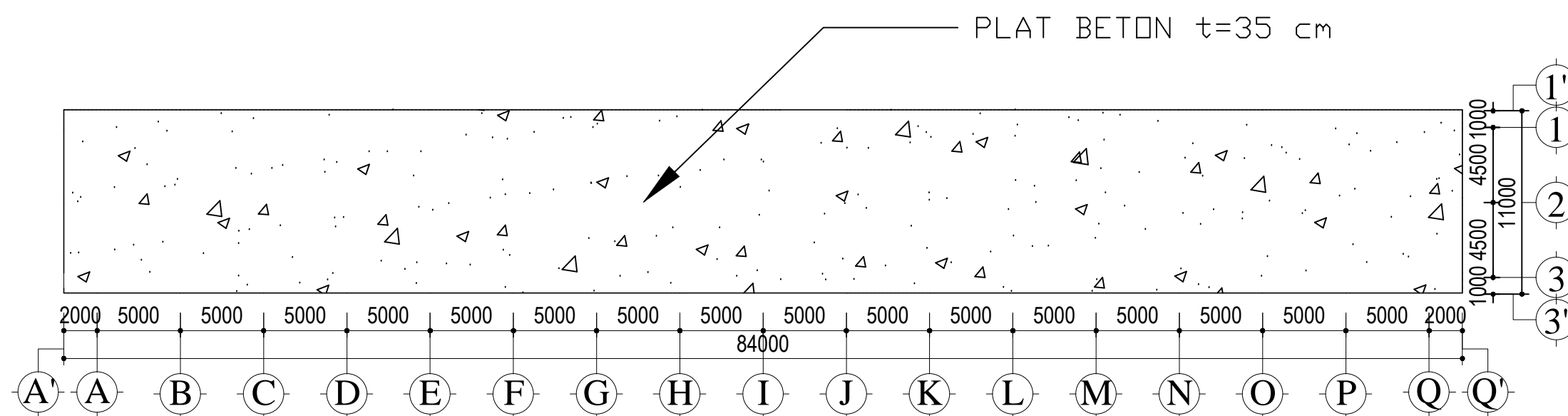
### KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan  $< \varnothing 13$  mm,  $f_y = 240$  MPa  
Baja tulangan  $\geq \varnothing 13$  mm,  $f_y = 400$  MPa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

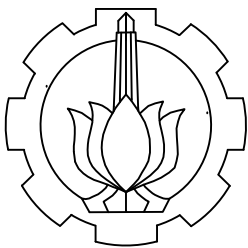
JUDUL GAMBAR	SKALA
DENAH BALOK TRESTLE DENAH PELAT TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR



 DENAH BALOK TRESTLE  
Skala 1 : 300



 DENAH PLAT TRESTLE  
Skala 1 : 300



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

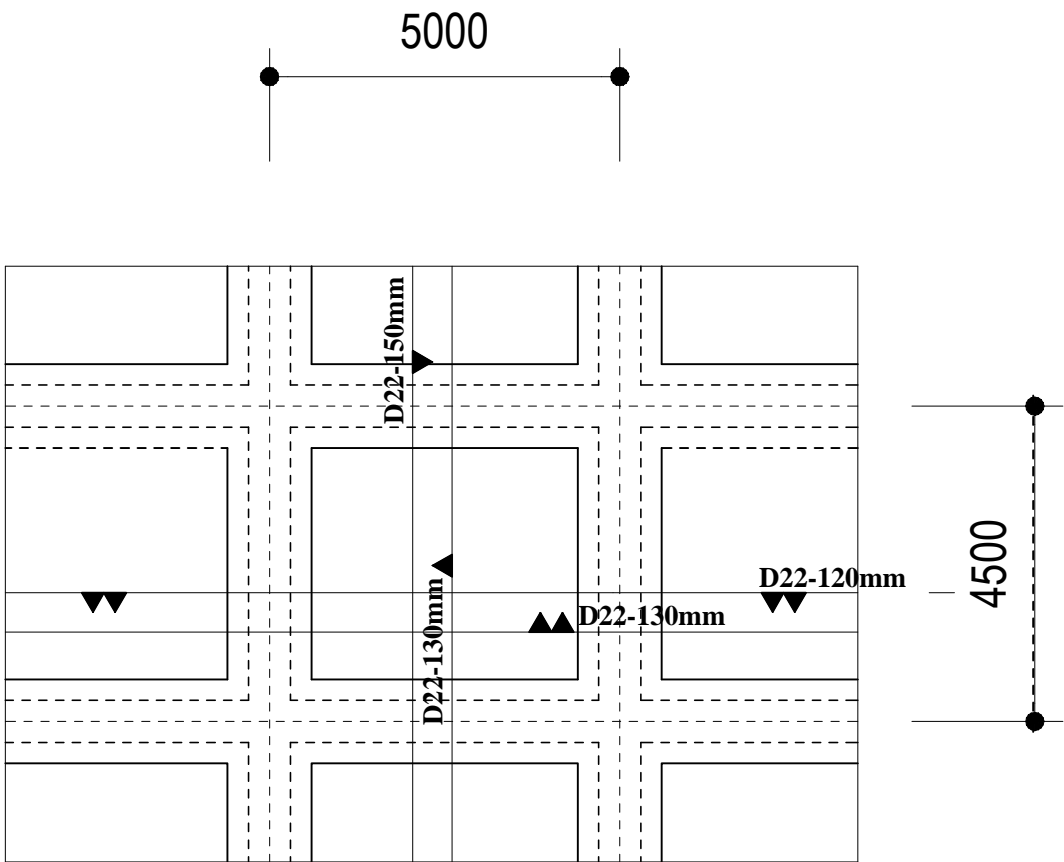
RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

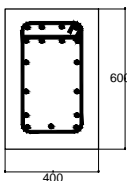
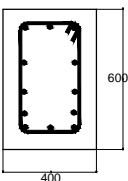
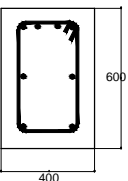
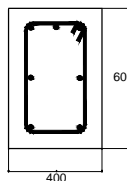
KETERANGAN

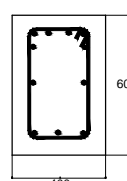
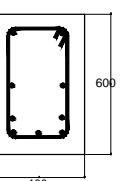
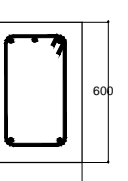
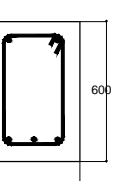
Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

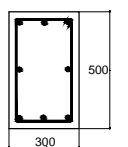
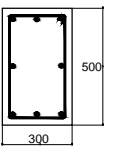
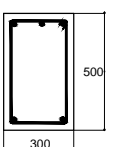
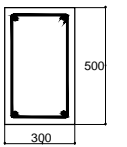
JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL PELAT TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	19

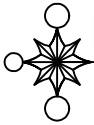


DETAIL PLAT TRESTLE 350mm  
Skala 1 : 100

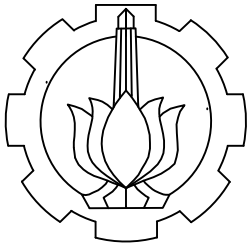
TYPE	BALOK MEMANJANG TRESTLE (BT1) 5m		BALOK MEMANJANG TRESTLE (BT1) 2m	
DIMENSI	400 X 600		400 X 600	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
COVER	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600
TUL. LENTUR ATAS	8 D22	3 D22	4 D22	3 D22
TUL. LENTUR BAWAH	5 D22	5 D22	2 D19	2 D19
TUL. GESER	2kaki Ø13 - 100	2kaki Ø13 - 200	2kaki Ø13 - 250	2kaki Ø13 - 250
TUL. PUNTIR	4 D13	4 D13	2 D22	2 D22

TYPE	BALOK MELINTANG TRESTLE (BT2) 4.5m		BALOK MELINTANG TRESTLE (BT2) 1m	
DIMENSI	400 X 600		400 X 600	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
COVER	400 x 600	400 x 600	400 x 600	400 x 600
TUL. LENTUR ATAS	6 D22	2 D22	3 D19	2 D19
TUL. LENTUR BAWAH	3 D22	5 D22	2 D19	3 D19
TUL. GESER	2kaki Ø13 - 150	2kaki Ø13 - 250	2kaki Ø13 - 150	2kaki Ø13 - 150
TUL. PUNTIR	2 D19	2 D19	-	-

TYPE	BALOK SAMPING TRESTLE (BT 3) 5m		BALOK SAMPING DERMAGA (BT 3) 2m	
DIMENSI	300 X 500		300 X 500	
DAERAH	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
COVER	300 X 500	300 X 500	300 X 500	300 X 500
TUL. LENTUR ATAS	3 D16	3 D16	3 D16	2 D16
TUL. LENTUR BAWAH	3 D16	3 D16	2 D16	2 D16
TUL. GESER	2kaki Ø10 - 150	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 200	2kaki Ø10 - 200
TUL. PUNTIR	2 D16	2 D16	-	-



DETAIL PENULANGAN BALOK TRESTLE  
Skala 1 : 300



FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI DIPLOMA 4 TEKNIK SIPIL  
BANGUNAN TRANSPORTASI

JUDUL PROYEK AKHIR

MODIFIKASI PERANCANGAN DERMAGA  
GENERAL CARGO DENGAN KAPASITAS  
KAPAL 10.000 DWT DI KABUPATEN  
SAMPANG - MADURA

DOSEN PEMBIMBING I :

IR. CHOMAEDHI, CES.GEO

DOSEN PEMBIMBING II :

R. BUYUNG ANUGRAHA A. ST. MT

MAHASISWA :

RISSANDY DANIEL PRATAMA H.

3115040619

KETERANGAN

Mutu baja tulangan :  
Baja tulangan < Ø13 mm, fy = 240 MPa  
Baja tulangan ≥ Ø13 mm, fy = 400 Mpa  
MUTU BAJA BJ 55  
Dimensi Satuan dalam Milimeter Kecuali  
disebutkan lain

JUDUL GAMBAR	SKALA
DETAIL TULANGAN BALOK TRESTLE	
KODE GAMBAR	LEMBAR
	20